حكايات علمية

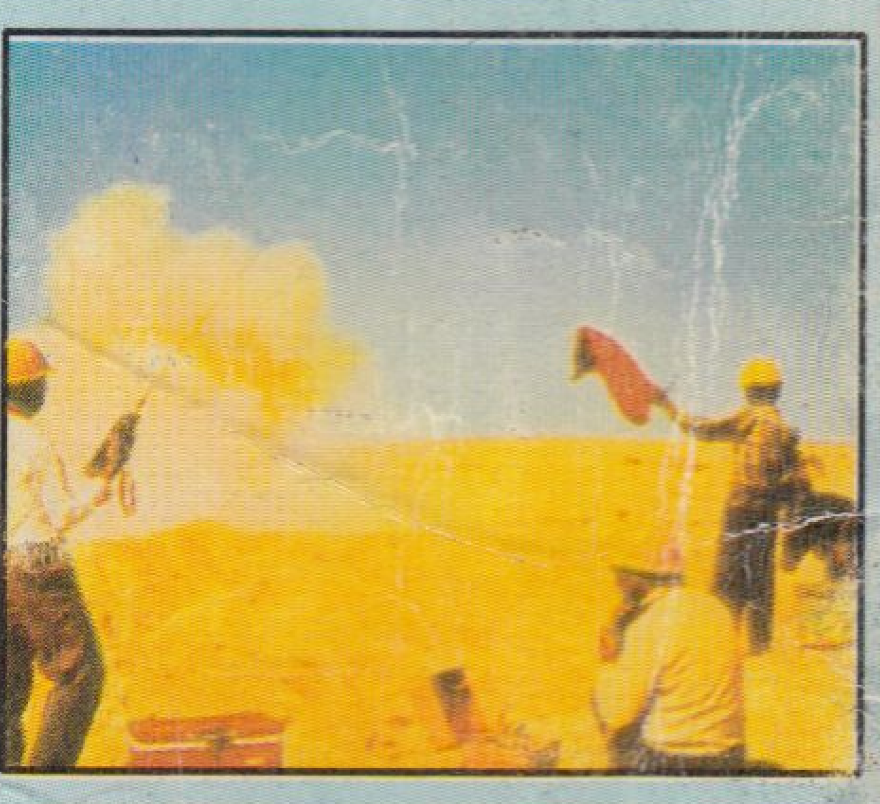
١٨



دكتور مهندس الحمير محمود والى













Bibliotheca Alexandrina
0144703

دار المعارف

حكايات علمية

(١٨)

مصادر الطاقة

دكتور مهندس / سمير محمود والي



تصميم الغلاف : **محمد أبو طالب**

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة : ج . م . ع .

إعداد الماكيت : أمانى والى

(١) الإظلام

دقت الساعة تمام الثامنة مساء، وكان المنزل يموج بالحركة فالأب والأم ينتظران ضيوفا أعزاء ويعدان العدة لاستقبالهم والأولاد: محمد ذو السبعة عشرة عاما هو وأخته أمانى التى لم تبلغ الرابعة عشرة بعد يرتديان ملابسهما على عجل استعدادا للخروج إلى السينما لمشاهدة فيلم مغامرات أجنبى وقبل خروجهم بلحظات سألت أمانى محمدا: هل اتصلت تليفونيا بمصطفى ابن خالتنا ليلحق بنا على باب السينما؟!

فأجاب محمد: أنا مستعجل اتصلى به أنتى، ولم يكد يتم جملته حتى رن جرس الباب فصاحت الأم: الضيوف وصلت افتح الباب لهم يا محمد، وفى عجلة فتح محمد الباب لاستقبال ضيوف والديه: الجيولوجى حسن وزوجته المهندسة صفاء ومعهما الدكتور صلاح وزوجته الخبيرة سناء، وأستقبل الجميع ضيوفهم بترحاب شديد وجلس الجميع فى الصالون وهم يتبادلون عبارات الترحيب وما كاد الجميع يستريحون فى مقاعدهم حتى انقطع التيار الكهربائى عن المنزل والحى بأكمله وعم الظلام الدامس فى المنزل والحى بأكمله، وأحس الجميع بالحرج والضيق الشديدين محمد وأخته لن يستطيعا الذهاب إلى السينما لأن الإظلام قد شمل قطع التيار الكهربائى عنها والأب والأم لن يقدرا بسهولة على تقديم واجبات الضيافة للضيوف تحت ظروف الظلام فى إنحاء المنزل، وبسرعة قامت الأم بإحضار الشموع وأضاءتها فشعر الجميع بشىء من الارتياح وقال محمد: لن نستطيع الذهاب إلى السينما لأن التيار الكهربائى منقطع عنها وسنجلس معكم تخيلوا كم هو مهم استخدام الكهرباء فى شتى نواحى الحياة ماذا كان يفعل الناس قبل استخدامها فى مختلف أوجه الحياة؟! قالت أمانى: إن الكهرباء صورة من صور الطاقة التى ساهمت فى تطور الإنسان وحضارته ماذا كان يفعل الناس قبل استخدام مختلف صور الطاقة؟! وهنا انبرى الأب للإجابة على أسئلة أولاده قائلا: يجب أن تعلموا أنه منذ أن خلق الله الإنسان



الأول على ظهر الكرة الأرضية بدا واضحا لهذا الإنسان مدى الارتباط الوثيق بين مقدار تقدمه وحضارته وتلبية حاجاته اليومية وبين ما يستطيع الحصول عليه من الطاقة في أى صورة من صورها، وقد كانت الشرارة الأولى التي تولدت له بطريق الصدفة حين قدح جحرين من الصوان بعضهما ببعض مسببا في اشتعال أول جذوة من النار في هشيم من الحطب، وفي البداية سببت له رؤية النار - لأول مرة - خوفا ما لبث أن زال حين بدأ يتعرف على مدى الفائدة التي سوف تعود عليه وعلى أسرته من تسخير هذه النار لفائدته، فبالنار استطاع أن يخيف الوحوش الضارية التي كانت تأكل أولاده ليلا، وبالنار تذوق - لأول مرة - اللحم المشوى والطعام المطهى بدلا من أكل اللحم نيئًا والطعام فجًّا، وبالنار استمتع بأمسيات مضيئة في الليالي غير المقمرة.

وظل الإنسان يتفنن في إشعال النار بكافة الطرق كما ظل يتعرف على أوجه الاستفادة من النار. وكانت النار - وهى الصورة الأولى للطاقة الحرارية والضوئية سببا من أسباب تطوره وتقدمه ورفاهيته على مر العصور. وفي القرن التاسع عشر بدأ العلماء يحرزون تقدما علميا باستخدام تطبيقات النار، فاستطاع العالم «ستيفنسون» أن يتعرف على إمكانيات طاقة البخار، الأمر الذى أدى في النهاية إلى اختراع القاطرة البخارية، كما استطاعت أيضا مجموعة من العلماء استخدام ذلك السائل الأسود المتفجر من باطن الأرض والذى يعرف باسم البترول لإدارة أول آلة احتراق داخلى تقوم بإدارة الطلمبات وتشغيل السيارات ثم طوروها فيما بعد لتشغيل الطائرات. ومع تعدد استخدام البترول كوقود ظهر استخدام جديد له وهو تصنيع البتروكيماويات منه كالنايلون وخلافه. وبحلول الحروب العالمية الأولى والثانية توسعت البشرية توسعا كبيرا في استخدام المصادر المتاحة من الطاقة لدرجة جعلت العلماء يخشون من نفاد هذه المصادر حيث إن نفاذها يعنى - بكل بساطة - عودة البشرية إلى العصر الحجرى وقدح أحجار الصوان مرة أخرى للحصول على جذوة النار وكذا اندثار الحضارة

الإنسانية. لذا سارع العلماء فى حصر ما لديهم من مصادر للطاقة ومحاولة إيجاد مصادر جديدة للطاقة.

وقد استقر العلماء على أن مصادر الطاقة نوعان: مصادر تقليدية وأخرى بديلة ومتجددة، وأن المصادر التقليدية للطاقة عددها خمسة وهى: البترول والغاز الطبيعى والفحم ومساقط المياه والطاقة النووية وأن المصادر الجديدة والمتجددة أيضا خمسة وهى الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة البحار والمحيطات والطاقة الحرارية الكامنة فى جوف الأرض والتى تسمى الجيوثرمال وأخيرا طاقة الفضلات والمخلفات والتى تسمى الكتلة الحية أو البيوماس.

وهنا سمع الجميع طرقا على الباب فقامت أمانى وفتحت الباب فوجدت ابن خالتها مصطفى الذى بادرها قائلا، لن نستطيع الذهاب اليوم إلى السينما لانقطاع التيار الكهربائى فقالت له: لا بأس تعال واجلس معنا كى تستمتع بالحديث الجارى عن مصادر الطاقة فرد: بكل سرور، وانضم مصطفى إلى الجلسة حيث سأل محمد: لماذا يا أبى لا تعطينا فكرة واضحة عن كل نوع من أنواع مصادر الطاقة؟!

تدخل الجيولوجى حسن فى الحديث قائلا: أستطيع أن أوضح لكم مصادر البترول والغاز الطبيعى والفحم فهذا تخصصى فرد الجميع: يسعدنا ذلك..

* * *

(٢) البترول والغاز الطبيعى والفحم

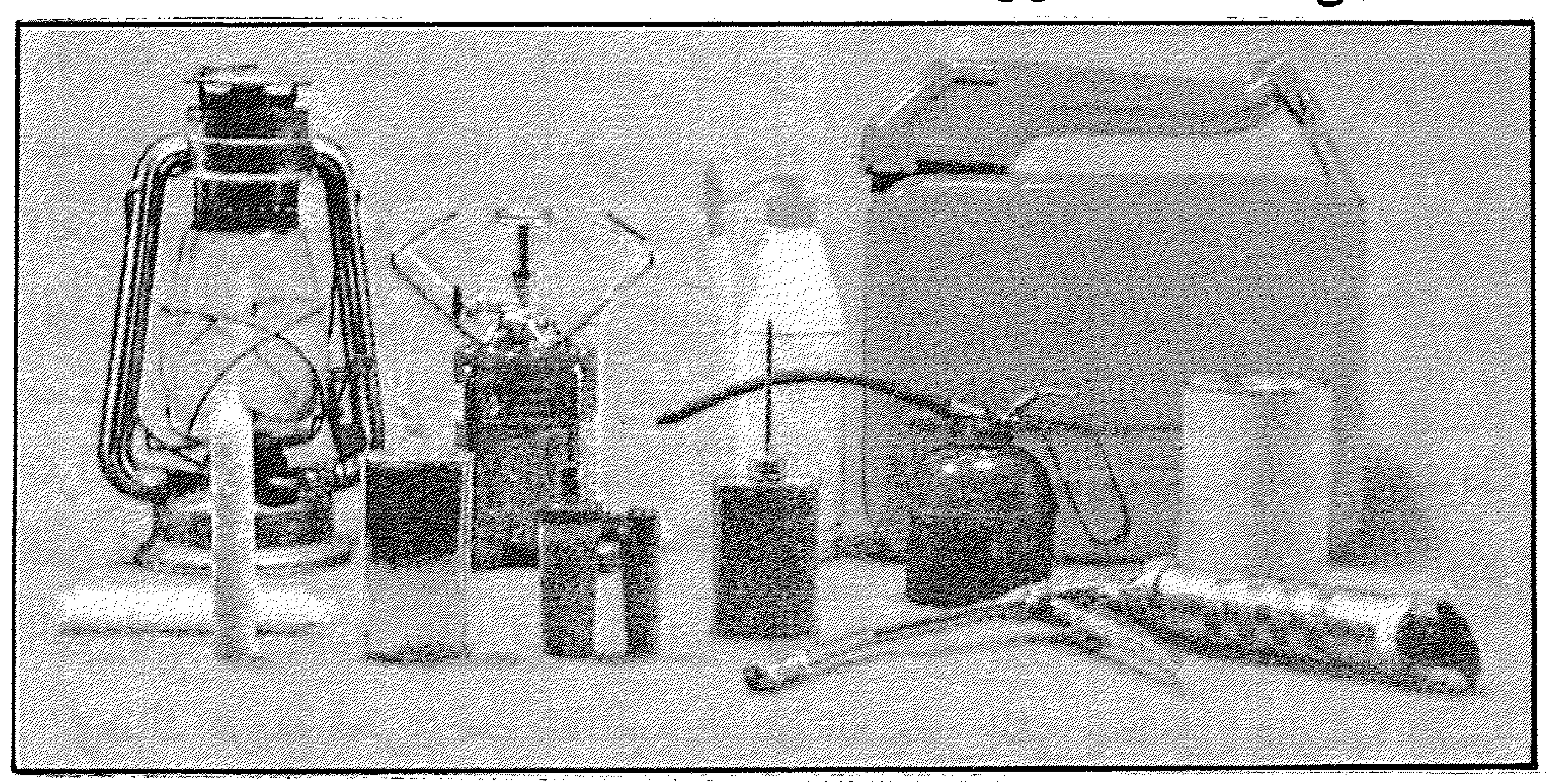
عرف البترول منذ قديم الأزل على أنه ذلك السائل الأسود، اللون الذى يتفجر من باطن الأرض وقد استخدمه قدماء المصريين فى تشحيم محاور عربات القتال التى تجرها الخيول كما استخدمه الإغريق فى تدمير أساطيل أعدائهم بعد سكبه على مياه البحار وإشعاله، ولعل أطرف استخدام للبترول فى العصور القديمة هو استخدامه كعلاج للآلام الروماتيزمية فى المفاصل وذلك عن طريق دهان الجزء المصاب به. والبترول هو مركب كيميائى من الهيدروجين والكربون وطبقاً لأسلوب اتحاد الكربون مع الهيدروجين يمكن أن يكون الناتج صلبا أو سائلا أو غاريا، وفى حالة اتحادهما بأسلوب بسيط فإن الناتج يكون غاز الميثان أو كما كانوا يسمونه قديما «غاز المستنقعات» أما إذا كان اتحادهما بأسلوب معقد فإنه ينتج مادة ثقيلة تسمى «القار» أو كما يعرف باسم «الزفت» أو البتيومين والذى يستخدم فى سفلتة الطرق وبين هذين الأسلوبين للاتحاد توجد أساليب أخرى كثيرة لاتحاد الهيدروجين والكربون يمكن أن ينتج عنها آلاف الأنواع من البترول السائل.

ويوضح شكل رقم (١) بعض الأنواع المألوفة لمنتجات البترول مثل الشمع والكيروسين والبارافين وزيوت التزييت والشحم.

أما عن كيفية تكون البترول فى باطن الأرض فقد بدأت هذه القصة من حوالى ٦٠٠ مليون عام حيث تأكد لنا أن المكونات الأساسية للبترول وهى الهيدروجين والكربون هى نفس المكونات الأساسية للكائنات الحية لذا يعتقد بأن النباتات الحية المعلقة فى مياه البحار ذبلت وماتت بفعل الزمن ثم رسبت فى أعماق البحار وأتحدت مخلفاتها ببقايا الكائنات الحية المتحللة. وعلى مر العصور ردمت الرمال والطمى هذه المخلفات وتلك البقايا وتحولت عناصر الكربون

والهيدروجين بها إلى بترول الذى تم امتصاصه واحتوائه فى طبقات الطمى التى تحولت بفعل الزمن إلى طبقات صلبة ثم أخيرا إلى صخور.

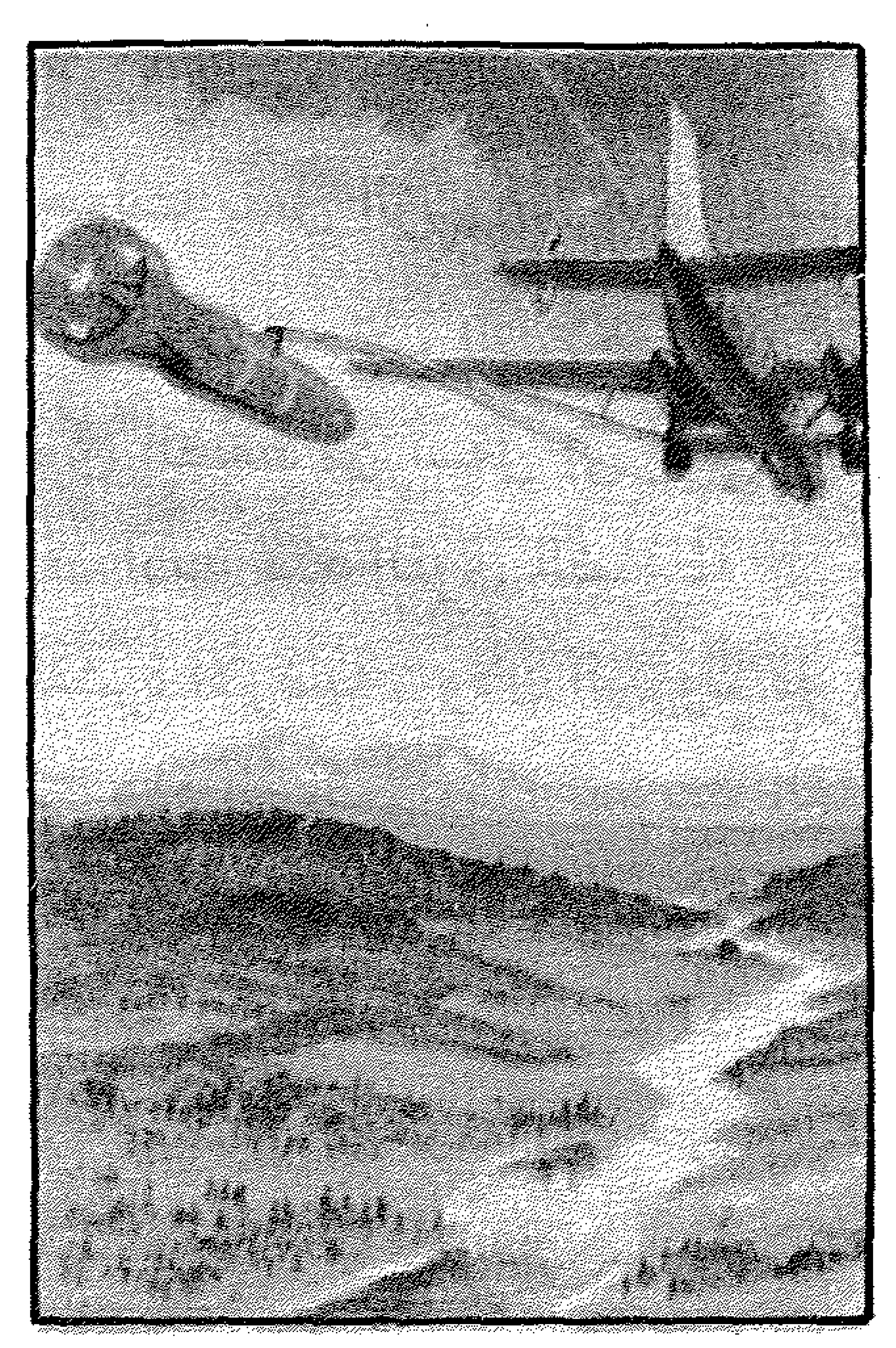
وخلال الحقب التاريخية للكرة الأرضية تعرضت القشرة الأرضية لعديد من قوى الضغط من أسفل إلى أعلى بفعل الضغوط الهائلة فى مركز الكرة الأرضية وقد أدت هذه القوى الضاغطة إلى حدوث ثقوب ونتوءات فى مناطق متعددة من القشرة الأرضية، ولأن البترول ذو كثافة منخفضة، فقد طفا فوق المياه المتخزنة فى هذه الصخور وكذا تسربت الغازات الطبيعية فوق البترول. وتعزى الطاقة الحرارية المنبعثة من حرق المنتجات البترولية إلى أن النباتات والكائنات الحية المكونة للبترول قد إمتصت قدرا كبيرا من الطاقة الشمسية خلال فترات نموها فى العصور السحيقة وأن حرق المنتجات البترولية يجعل هذه الطاقة الشمسية تنطلق على هيئة طاقة حرارية.



شكل (١) «بعض منتجات البترول».

والبحث عن البترول فى باطن الأرض مهمة ليست سهلة ولكن الجيولوجين المتخصصين لهم وسائل علمية يستطيعون بواسطتها تحديد أماكن تواجد البترول، وأبسط هذه الوسائل هو ملاحظة أماكن تسرب البترول من باطن الأرض إلى سطحها، أما فى الأماكن التى لا يتسرب البترول فيها إلى سطح

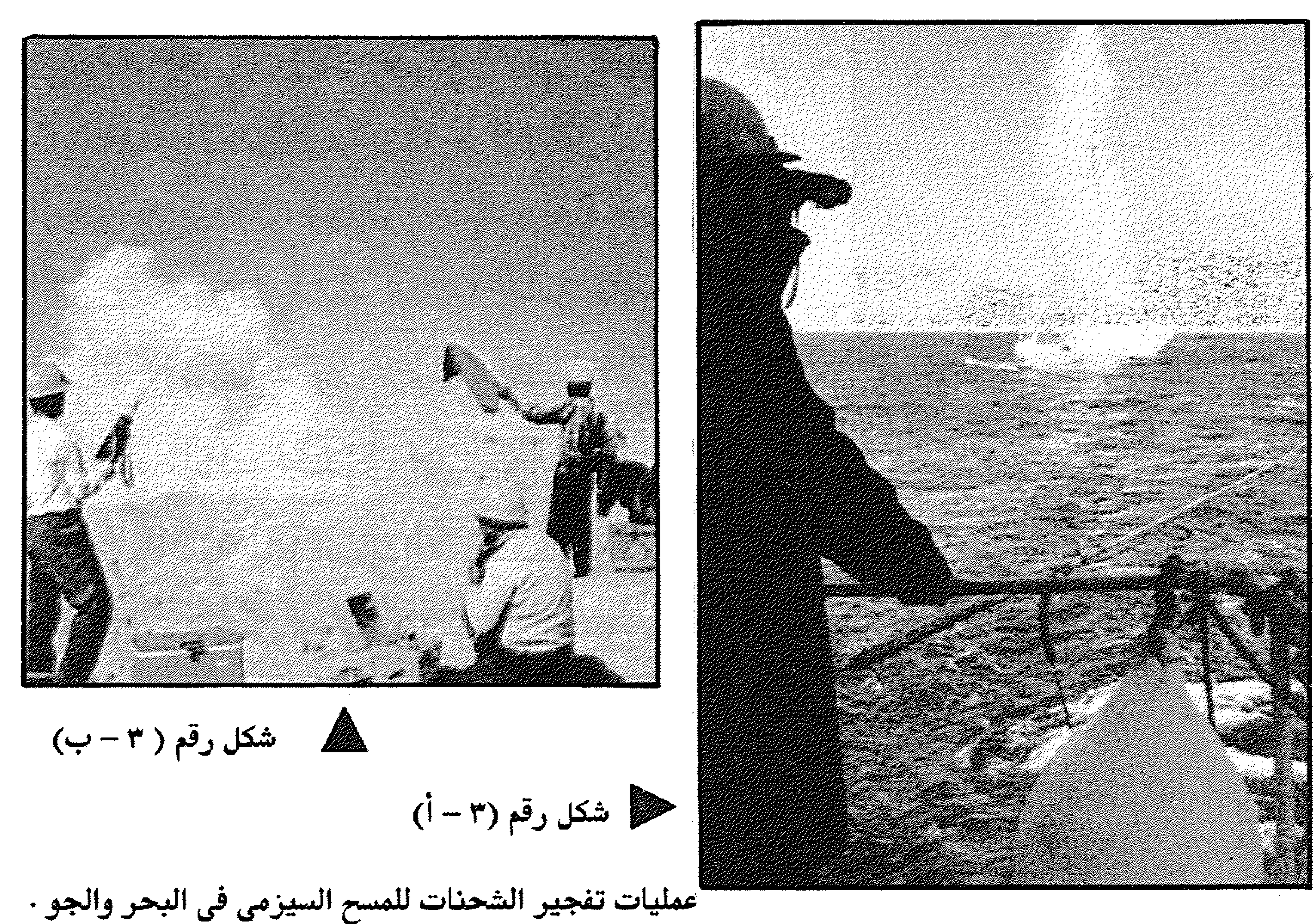
الأرض فقد يعمد العلماء إلى التقاط صور جوية بواسطة الطائرات لمساحات شاسعة من الأراضى التى يحتمل وجود البترول بها. ويعتمد العلماء فى تحديد الأراضى التى يحتمل وجود البترول بها على ظاهرة علمية تنص على أن الصخور التى بها بترول لا يكون لها أى نشاط مغناطيسى وتكون صخور خفيفة لأنها مسامية، لذا تقوم الطائرات بجر جهاز له شكل الطوربيد لقياس المغناطيسية الأرضية يسمى «ماجنيتو ميتر» أى جهاز قياس المغناطيسية كما هو موضح فى شكل رقم (٢). كما يعتمد العلماء أيضا على ظاهرة علمية أخرى مبنية على ظاهرة المغناطيسية الأرضية وهى ظاهرة عدم انتظام الجاذبية الأرضية فى أماكن تواجد البترول ويستخدمون لذلك جهاز قياس تحت سطح مياه البحار تجره السفن يسمى جهاز قياس الجاذبية الأرضية أو «جرافيميتر». ولا ننسى أيضا أن دراسة تاريخ طبقات القشرة الأرضية يعتبر أحد الوسائل لتحديد مناطق تواجد البترول فمن المعلوم أن بعض العلماء يؤمنون أن القارات تتحرك بعيدا عن بعضها وأن البترول يمكن العثور عليه فى مناطق ليس لها الآن ظروف مناسبة لوجوده.



شكل (٢) «طائرة تجر جهاز المجنيتوميتر»

وهناك طريقة أخرى حديثة للبحث عن الصخور التى يحتمل احتوائها على بترول وهى «المسح السيزمى» وتعتمد هذه الطريقة على الاستعانة بموجات الصدمات الانفجارية للتعرف على الصخور تحت سطح الأرض. وفى هذه الطريقة يتم وضع شحنة متفجرات على سطح الأرض ويتم تفجيرها فتنبعث منها موجات انفجارية تمر خلال القشرة الأرضية ومن خلال أجهزة تعرف باسم «سيزموجراف» أو أجهزة رسم الموجات السيزمية حيث يتم قياس زمن

انتشار الموجات الانفجارية وزمن عودتها بعد انعكاسها على طبقات الصخور تحت الأرض، وبتحليل علمي لزمن انتشار وزمن ارتداد هذه الموجات يمكن للعلماء التعرف على طبيعة وأعماق الصخور ومعرفة إذا كانت هذه الصخور تحمل بترولا أم لا وما هو العمق الذى يوجد عليه البترول ويوضح شكل رقم (٣) عمليات تفجير هذه الشحنات فى البحر والأرض.

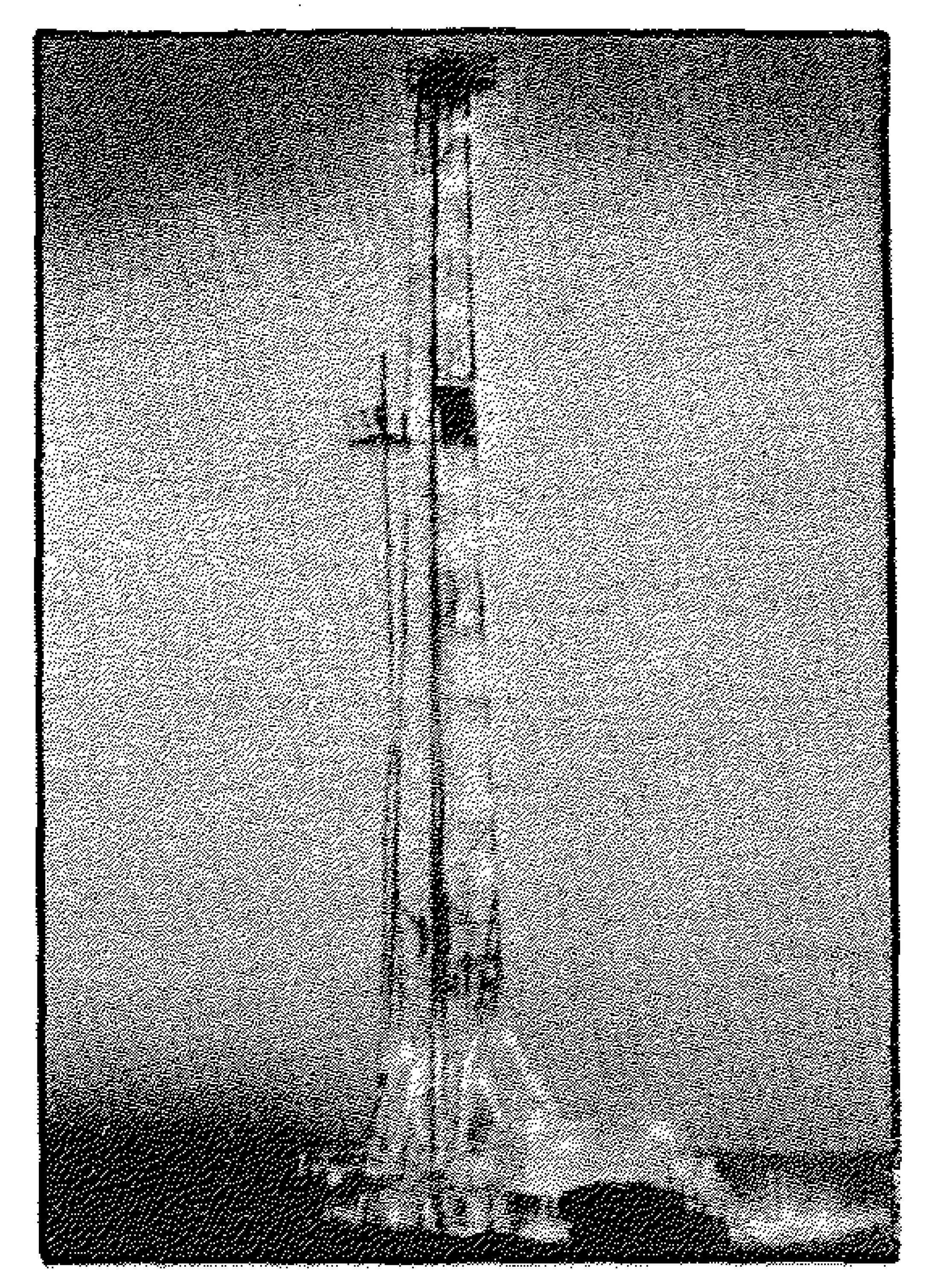


شكل رقم (٣ - ب)

شكل رقم (٣ - أ)

عمليات تفجير الشحنات للمسح السيزمى فى البحر والجو.

ومتى تم العثور على أماكن احتمالات تواجد البترول فإن الطريقة الوحيدة للتأكد من وجوده هو حفر بئر استكشافى وبالطبع فإن حفر هذا البئر الاستكشافى مكلف للغاية وحتى لو ثبت بواسطة حفر هذا البئر وجود البترول فإن احتمال عدم جدوى استخراجه بطريقة اقتصاديا يكون قائما، حيث أنه فى المتوسط عند حفر ١٠ آبار استكشافية فى ١٠ مواقع مختلفة نجد بينها بئرا واحدا فقط لموقع واحد يكون استخراج البترول منه مجدى اقتصاديا.


شكل رقم (٤) «منظر عام لحفار بئر استكشافى للبترول».

وعملية حفر البئر الاستكشافى تتم فى مناطق نائية وغير مأهولة أو فى الغابات أو فى المستنقعات ويوضح شكل رقم (٤) منظر عام لحفار بئر استكشافى للبترول. ويبلغ ارتفاع هذا الهيكل المعدنى للحفار حوالى ٤٠ مترا ويقوم بحفر بئر قد يصل عمقه إلى حوالى ٥ أو ٦ كيلومترات وقد يكون هذا الحفار فى البر أو البحر حيث أن حوالى نصف مواقع البترول التى تم حفرها خلال الـ ٢٥ عاما الماضية تقع فى البحر.

ومتى ثبت جدوى استخراج البترول فى موقع ما فإنه يتم استبداله بحفار إنتاج البترول على المستوى الكمى. وهذا الحفار يستطيع أن يثقب حوالى ١٠٠ متر من الصخور اللينة خلال ساعة واحدة من الزمان بواسطة مثقاب مصنوع من نوع خاص من الصلب ومزود برأس مصنوعة من الماس. ويدار هذا المثقاب بواسطة ماكينة تلف بسرعة تبلغ عدة مئات من اللفات فى الدقيقة الواحدة. ونتيجة لاحتكاكها بالصخور أثناء دورانها تنتج حرارة عالية يتم تبريدها بواسطة طمى مصنع من مواد كيميائية خاصة بالتبريد. ويمر هذا الحفار من خلال مئات من المواسير الخاصة بالحفر يبلغ طول الماسورة الواحدة حوالى ٩ أمتار وقطرها حوالى ٢٠ سنتيمتر.

وعند الوصول إلى عمق به بترول يندفع الخام إلى أعلى على شكل نافورة ويزال الحفار ويوضع محله مجموعة من المواسير والمحابس للتحكم فى كمية وسرعة سريان البترول الخام داخلها. ويتم فصل أى مياه أو غازات مختلطة بالبترول بعد ذلك بواسطة وحدة فصل المياه والغازات وعندئذ يصبح خام

البترول صالحاً للنقل بمواسير أو بفناطيس خاصة إلى معامل تكرير البترول التى تقوم بفصل البنزين عن السولار عن الكيروسين عن البرافين وخلافه.

والطاقة الإنتاجية المعتادة لأى معمل تكرير بترول عادة ما تكون حوالى ١٠ ملايين متر مكعب من البترول الخام سنويا. ومن المعلوم أن منطقة الشرق الأوسط عامة والبلدان العربية خاصة ولا سيما دول الخليج العربى بها موارد عظيمة للغاية من البترول وتعتبر المنطقة الأولى عالميا فى إنتاج وتصدير البترول فى حين أن الفحم نادر الوجود بها. والفحم أساسا هو مادة الكربون وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية ثانى أكبر دول العالم فى إنتاج الفحم من مناجمها. ومناجم الفحم عادة تقع على بعد حوالى ١٠٠ متر تحت سطح الأرض حيث تتواجد طبقات الفحم بسمك يتراوح بين متر إلى ثلاثة أمتار، كما يمكن أيضا تواجد الفحم على سطح الأرض حيث يتم استخراجه من نوع من المناجم يُسمى المناجم السطحية. واستخراج الفحم من مناجمه عملية محفوفة بالمخاطر العديدة كاحتمال انهيار المنجم فوق العمال أو اختناقهم بغازات أول أكسيد الكربون السامة أو ثانى أكسيد الكربون الخانقة وبالطبع فى هذا المجال تصبح المناجم السطحية أكثر إنتاجية وأكثر أمانا من المناجم تحت سطح الأرض، وعند استخراج الفحم من مناجمه يكون محتويا على قطع صغيرة من الصخور والشوائب لذا يلزم إجراء عمليات تجهيز له عن طريق طحنه وغسله وتجفيفه ونخله فى مناخل خاصة.

والفحم بجانب استخدامه كوقود يمكن إنتاج غاز قابل للاشتعال منه عن طريق تسخينه فى وسط خال من الهواء، وقد استخدمت هذه الطريقة فى القرن التاسع عشر للحصول على غَاز لإنارة الشوارع والمنازل والمبانى.ويقدر إنتاج العالم من الفحم بحوالى ٣×١٠^{٩} طن مترى سنويا فى حين يقدر إنتاجه من البترول بحوالى ١٥×١٠^{٩} برميل سنويا ويوجد فى مصر كميات ضئيلة للغاية

من الفحم فى شبه جزيرة سيناء فى منجم الصفا بمنطقة المغارة التى تبعد حوالى ٩٠ كيلومترًا جنوب غرب مدينة العريش.

والفحم أنواع متعددة وكثيرة طبقًا لكمية الحرارة التى تنتج من وحـدة الأوزان بها ، كما أن له استخدامات عديدة بخلاف استخدامه كوقود ، منـها : الفحـم الطبى ، وفرش المحركات الكهربية ، واستخدامه كماص للروائح وخلافه .

شكر الجميع الجيولوجى «حسن» على معلوماته الغزيرة ، وتوجـهوا بـالنظر إلى زوجته المهندسة صفاء ، لأنها تعمل فى هيئة الطاقة النووية!

* * *

(٣) الطاقة النووية ومساقط المياه

نظرت المهندسة صفاء إلى محمد وأمانى وقالت: أنا أعلم أنكم تريدون منى أن أشرح لكم مصادر الطاقة النووية وطاقة مساقط المياه بحكم عملى.. لا بأس.

واستهلت المهندسة حديثها قائلة:

لا يمكن أن ينسى التاريخ البشرى ذلك الحدث العلمى الخطير للغاية الذى وقع فى خريف عام ١٩٤٢ وفى ساحة الألعاب الرياضية الملحقة بجامعة شيكاجو الأمريكية حيث قام العلمان الأمريكيان «فيرمى» و «زين» بإتمام تصنيع أول مفاعل نووى بدائى وأتما إجراء التجربة الأولى فى التاريخ للانشطار النووى المتسلسل بنجاح.

ولكى تفهم ما هو المفاعل النووى وكيفية عمله يجب علينا أن نفهم ما هو التفاعل النووى المتسلسل:

دعونا نبدأ بأصغر جزء فى المادة.. أى مادة.. الذرة.. ذرة أى مادة.. مما تتكون؟! فى الواقع إن الإجابة على هذا السؤال ليست بالأمر الهين ولكننا سنحاول أن نسلك الطريق السهل.. وسنبنى إجابتنا على «تصور» قديم لعالم اسمه «بوهر» إن تصور العالم بوهر يفترض أن الذرة عبارة عن نواة صلبة للغاية بها شُحنات كهربائية موجبة وبها أجسام متعادلة كهربية وأن مكونات هذه النواة مرتبطة بعضها ببعض ارتباطا شديدا وأن سبب هذا الارتباط هو مجموعة مختلفة من أنواع الطاقة تجعلها كأنها جسم واحد لا ينفصل.. وحول هذه النواة توجد مجموعة من المدارات الرئيسية وكل مدار يرمز له بحرف من حروف اللغة الإنجليزية، فأقرب هذه المدارات إلى النواة يرمز له بالحرف الإنجليزى K والمدار الذى يليه يرمز له بالحرف L والذى يليه يرمز له بالحرف M .. وهكذا. وكل مدار من هذه المدارات له قدرة على استيعاب عدد معين من

الإلكترونات فالمدار K يستوعب عدد ٢ إلكترون والمدار L يستوعب ٨ إلكترون والمدار M يستوعب ١٨ إلكترون وهكذا..

والإلكترون – طبقا لتصور بوهر – هو كتلة كروية من الشحنات السالبة وقد اكتشفه عمليا العالم الإنجليزى ج. ج. طومسون عام ١٨٩٧ فى معامل جامعة كمبريدج الإنجليزية . أما البروتون وهو أحد مكونات النواة فهو شحنة كهربائية موجبة مِقدارها يساوى نفس مقدار شحنة الإلكترون، أما النيترون وهو أيضا أحد مكونات النواة فهو شحنة متعادلة كهربائيا أى أنه ليس موجب أو سالب وقد اكتشفه عمليا العالم «تشادويك» عام ١٩٣٢.

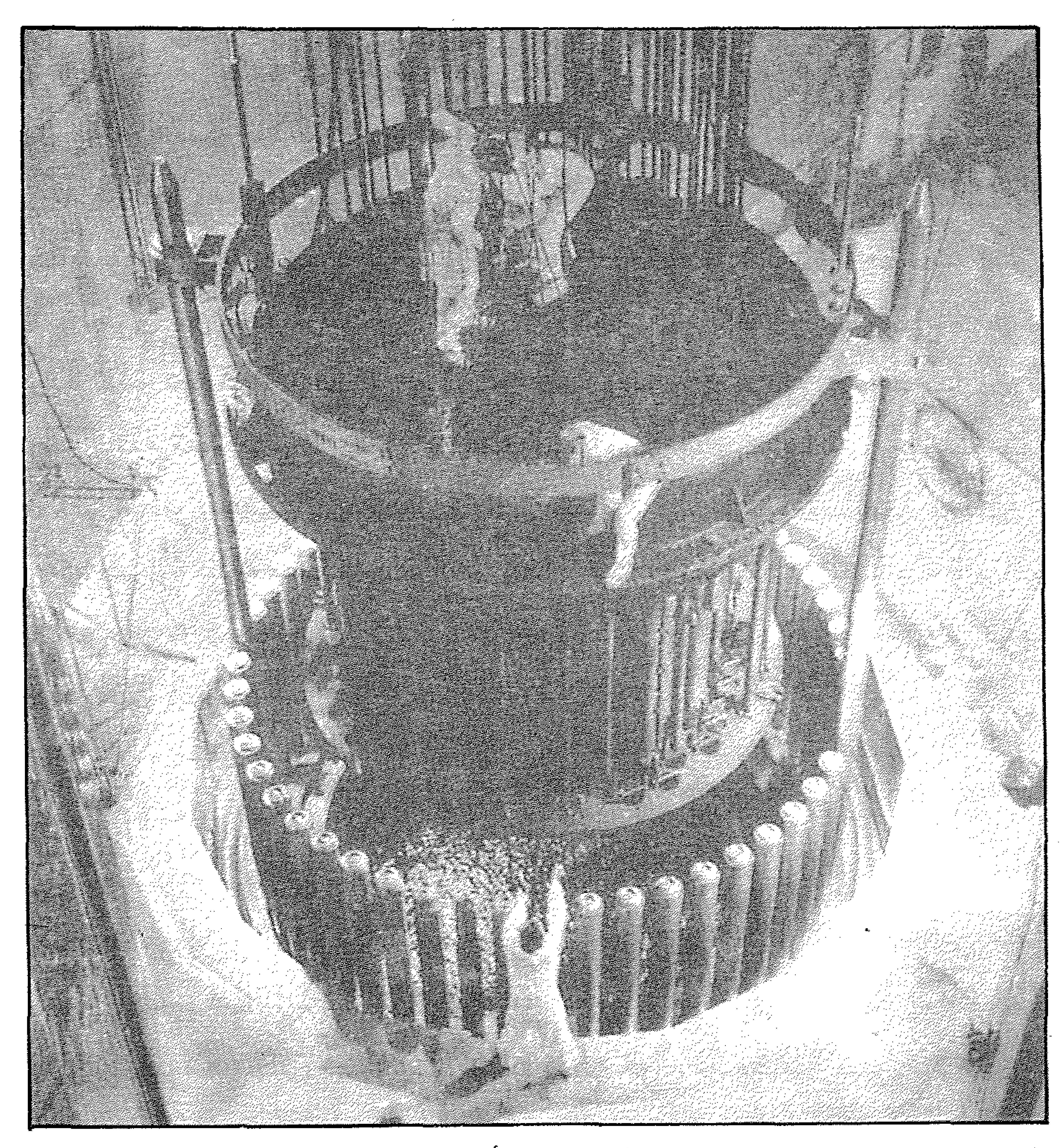
وقد كان اكتشاف النيترون عمليًا حدثًا علميًا كبيرًا لأنه جعل كثير من النظريات العلمية والتصورات الذرية التى وضعها عدد كبير من العلماء ليست مجرد فروض أو نظريات أو بحوث على الورق بل أصبحت قابلة للتطبيق العملى بسبب اكتشاف النيترون، فعلى سبيل المثال أنه من المعلوم أن العالم الألمانى «ليبتز» قد وضع قانون بقاء الطاقة عام ١٦٩٣ كما وضع العالم الألمانى «أينشتين» قانون النسبية عام ١٩٠٥ كما وضع العالم الفرنسى «بيير كورى» وزوجته مدام كورى عام ١٨٩٨ الأسس العملية لفصل مادة الراديوم المُشعة، ولكن كل هذه القوانين والنظريات كانت بعيدة عن التطبيق العملى فى مجال الطاقة النووية حتى جاء «تشادويك» واكتشف النيترون فأحيا كل هذه النظريات كما مكن أيضا مجموعة من العلماء هم: «ميتز» و«فريش» و«ستراتسمان» و«هان» الألمانى عام ١٩٣٩ من اكتشاف عملية الانشطار النووى المتسلسل، وتتلخص عملية الانشطار النووى المتسلسل فى أنه عند اصطدام نيترون ذى سرعة فائقة بنواة ذرة معدن اليورانيوم القابل للانشطار فإن هذه النواة تنشطر إلى أجزاء، وعند حدوث هذا الانشطار فإن الطاقة الهائلة التى تربط أجزاء النواة بعضها ببعض تصبح حرة وتنطلق هذه الطاقة على صور مختلفة كطاقة حرارية وضوئية وكهرومغناطيسية وإشعاعات وخلافه.

وفى المتوسط فإن كل أربعة نيوترونات سريعة عندما تصطدم بأربعة نويات لأربعة ذرات من مادة اليورانيوم القابل للانشطار فإن من نواتج هذا الاصطدام يكون طاقة هائلة بالإضافة إلى الحصول على ١٠ نيوترونات أخرى منطلقة بسرعة فائقة، وهذه النيترونات العشرة ذات السرعة الفائقة والناتجة من أول انشطار نووى تصطدم هى الأخرى بدورها - نظريا - بعشرة نويات لعشرة ذرات أخرى من مادة اليورانيوم القابل للانشطار فتحدث ١٠ انشطارات أخرى جديدة تنتج عنها طاقة هائلة كما ينتج عنها أيضا ٢٥ نيوترونا جديدا منطلق بسرعة فائقة تقوم بدورها بعمل ٢٥ انشطارا نوويا جديدا وهكذا.. وبالطبع فإن ذلك أمر خطير حيث أن الانشطارات النووية أصبحت متسلسلة ويمكن أن تحدث أضرارا بالغة، لذا يجب كبح جماح هذه الانشطارات المتسلسلة وإيقافها عند حد معين يكفل تحقيق الفائدة المرجوة منها دون أن تتعدى الحد إلى درجة تحدث منها أضرار.

ولكى تتم عملية كبح جماح هذه التفاعلات والتحكم فيها فإنه يلزم استخدام عمليتين فى زمن واحد وهما: عملية التبريد وعملية التلطيف.

والتبريد عملية معروفة تماما وتتم من خلال سريان سائل التبريد فى دائرة مغلقة بين قلب المفاعل - شكل رقم (٥) - وبين برج التبريد حيث يمتص هذا السائل الحرارة من قلب المفاعل ثم يعاد ضخه بواسطة مضخة تبريد ليصل إلى برج التبريد الذى يسمح للسائل بأن يطرد الحرارة منه إلى الجو المحيط وبذلك يبرد السائل حيث يعاد ضخه مرة أخرى إلى قلب المفاعل ليعاود امتصاص الحرارة منه مرة أخرى وهكذا..

أما عملية التلطيف فتعتمد على امتصاص النيترونات ذات الطاقة والسرعة الفائقة والناتجة عن انشطار أى نواة لذرة اليورانيوم بحيث تمنعها من إتمام مزيد من الانشطارات إلا بالقدر المسموح به.



شكل (٥) الجزء العلوى لقلب المفاعل أثناء وضعه فى الوعاء الخارجى.

ويمكن إيجاز ما سبق عن عملية الانشطار النووى بأنها أشبه ما يكون بمارد عملاق وشرير من الجان أمكنك أن تسيطر عليه بواسطة أغلال من الصلب وقيود من الفولاذ وأن تسخره لخدمتك، وطالما أحكمت عليه القيود فسيظل هذا المارد فى خدمتك، لكن إذا حدث فى لحظة من اللحظات أن انكسرت هذه القيود فإن هذا المارد حتما سيدمرك.

والمفاعلات النووية هـى معدات لإنتاج الطاقة الحرارية والطاقة الكهربية باستخدام المواد النووية، والمواد النووية التى تدخل فى هذا النطاق هى اليورانيوم ٢٣٣ واليورانيوم ٢٣٥ واليورانيوم ٢٣٨ والبلوتونيوم ٢٣٩ والثوريوم ٢٣٢. ويتم داخل هذه المفاعلات إنتاج الطاقة عن طريق التفاعل النووى المتسلسل. وتنقسم المفاعلات إلى أربعة أنواع هى:

١ - مفاعلات الماء الخفيف (الماء العادى).

٢ - مفاعلات الماء الثقيل.

٣ - مفاعلات الجرافيت.

٤ - مفاعلات المولد السريع.

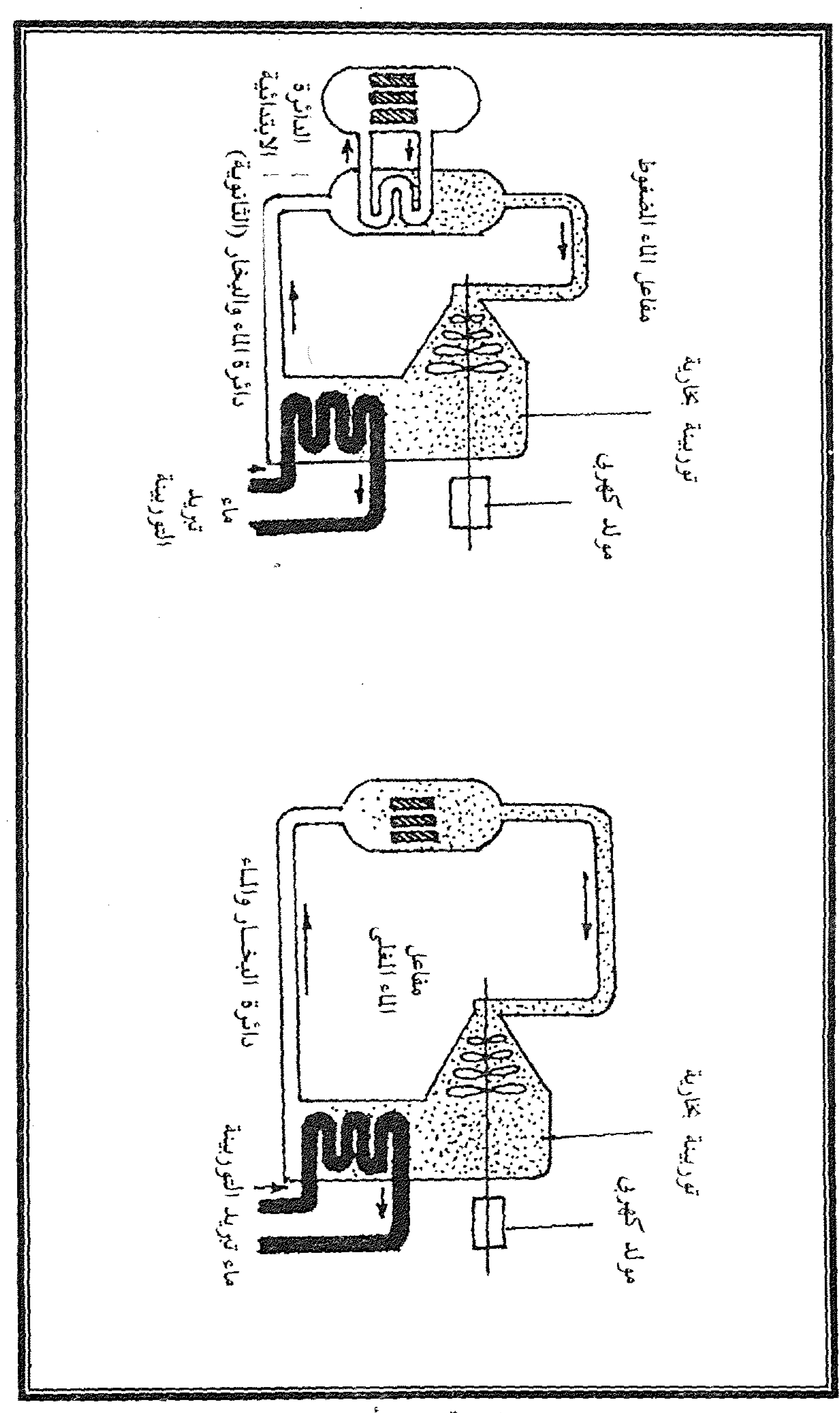
وتعتبر مفاعلات الماء الخفيف أكثر الأنواع انتشارا حيث أن ٩٠٪ من الكهرباء المنتجة بالمفاعلات النووية هى من إنتاج مفاعلات الماء الخفيف. وتنقسم مفاعلات الماء الخفيف إلى نوعين:

(أ) مفاعلات الماء المغلى.

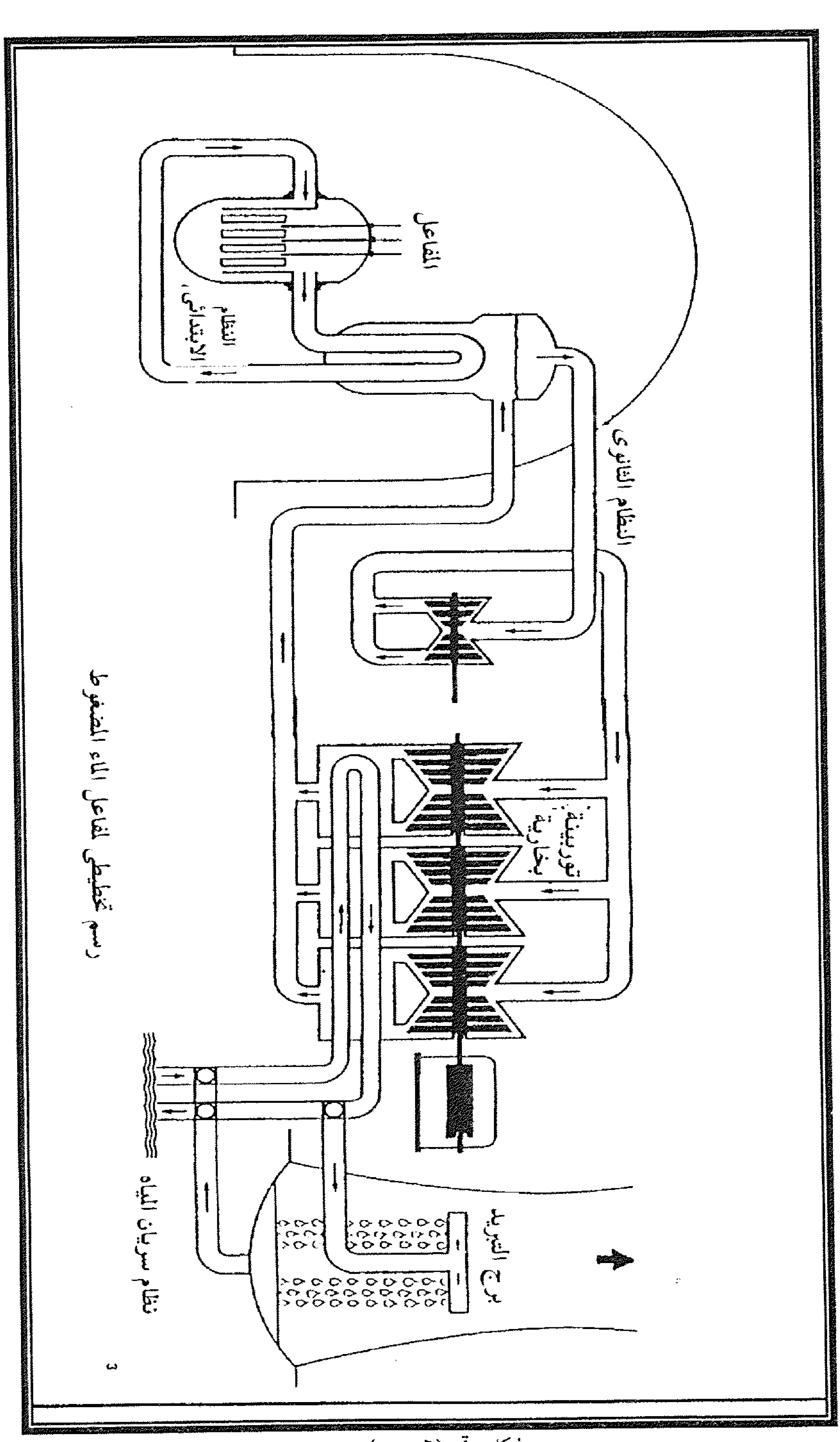
(ب) مفاعلات الماء المضغوط.

ويوضح شكل رقم (٦) رسما تخطيطيا لهذه الأنواع وتتلخص نظرية عمل المفاعلات النووية عموما فى استغلال الطاقة الحرارية الكبيرة الناتجة عن الانشطار النووى المتسلسل فى قلب المفاعل لتسخين المياه وتحويلها إلى بخار ذى درجة حرارية عالية يستخدم فى إدارة توربينة بخارية متصلة ميكانيكيا بمولد للتيار الكهربائى كما هو موضح فى الرسوم التخطيطية.

وتختلف مفاعلات الماء الخفيف بنوعيها عن مفاعلات الماء الثقيل ومفاعلات الجرافيت فى أن درجة الحرارة المطلوبة فى مفاعلات الماء الثقيل ومفاعلات الجرافيت تكون أعلى من درجة حرارة مفاعلات الماء الخفيف حيث تصل فى مفاعلات الجرافيت إلى حوالى ١٠٠٠ درجة مئوية كما أنها لها كفاءة أعلى لذا هى تصلح لعمليات التصنيع الكيميائى إلا أنها تحتاج إلى يورانيوم مخصب بدرجة عالية مما يجعلها تصلح للاستخدامات العسكرية.


توربينة بخارية
مولد كهربي
مفاعل الماء المضغوط
الدائرة الابتدائية
دائرة الماء والبخار (الثانوية)
ماء تبريد التوربينة
توربينة بخارية
مولد كهربي
مفاعل الماء المغلى
دائرة البخار والماء
ماء تبريد التوربينة

شكل رقم (٦ - أ)


الفاعل
النظام الابتدائى
النظام الثانوى
توربينة بخارية
برج التبريد
نظام سريان المياه
رسم تخطيطى لفاعل الماء المضغوط

شكل رقم (٦ – ب)

أما عن مفاعلات المولد السريع فالأمر مثير للغاية، فهذا النوع من المفاعلات مازال فى طور التجارب والتطوير منذ عام ١٩٤٢ حتى الآن، وقد توصل العلماء فى معامل أوك ريدج ومعامل أرجون بالولايات المتحدة الأمريكية إلى أن النيترونات فقط هى المسئولة عن عملية الانشطار النووى حيث أن أى مفاعل آخر لا يستغل فيه سوى ١٪ فقط من اليورانيوم القابل للانشطار نتيجة لأن السرعة المتوسطة للنيترونات داخل المفاعل تكون فى حدود ٢٠٠٠ متر فى الثانية وأن هذه السرعة لا تكفى إلا إلى انشطار ١٪ فقط من اليورانيوم الموجود داخل الوقود النووى، لذا كان الحل - فى رأى هؤلاء العلماء - هو العمل على زيادة سرعة النيترونات لتصل إلى ٤٠ ألف كيلومتر فى الثانية الواحدة..!!

وقد أيقن هؤلاء العلماء أنهم إذا ما تمكنوا من إطلاق النيترونات بهذه السرعة الخيالية على الوقود النووى الذى يحتوى على ٠,٧٪ فقط من اليورانيوم القابل للانشطار فإنهم سيحصلون على عنصر البلوتونيوم ٢٣٩ القابل للانشطار بكمية أكبر من تلك الكمية المستهلكة فى عملية الانشطار وذلك يعنى ببساطة أن المفاعل فى خلال تأديته لعمله لن يستهلك وقودا نوويا بل على العكس سينتج وقودا نوويا..!! وهذا أمر غريب للغاية يمكن أن نوضحه فى المثال الآتى: تخيل أنك تركب سيارة، وطبعا فهذه السيارة تستهلك وقودا كلما استخدمتها، لكن الأمر هنا مختلف فالسيارة تنتج وقودا كلما تحركت أكبر من ذلك الوقود الذى تستهلكه.

العلماء يتوقعون إنتاج هذا النوع من المفاعلات على المستوى التجارى خلال القرن الحادى والعشرين ويعطى العلماء أهمية كبيرة لهذا النوع من المفاعلات اعتمادا على أنه إذا كانت احتياطيات العالم من اليورانيوم تبلغ ١٠٠٪ فإن احتياطيات العالم من البترول الخام لا تتعدى ٥٪ ومعنى ذلك أن العالم سوف يعتمد على الطاقة النووية خلال النصف الثانى من القرن الحادى والعشرين بعد أن تنفذ منابع البترول الخام والغاز الطبيعى..!!

ومما هو جدير بالذكر أن جمهورية مصر العربية بها كميات كبيرة من المواد النووية ولا سيما مادة الثوريوم التى توجد على سطح الأرض فى المنطقة من رشيد حتى رفح. وتابعت المهندسة صفاء حديثها قائلة: أما عن مصادر الطاقة من مساقط المياه فمن المعلوم أنه فى بعض الدول توجد شلالات للمياه مثل شلالات نياجرا بالولايات المتحدة الأمريكية أو توجد أنهار تندفع فيها المياه بسرعة كبيرة نتيجة لارتفاع منابع النهر فى المستوى عن منسوب مصبه. ويمكن استغلال هذا الكم الكبير من الطاقة المائية المتدفقة فى توليد الكهرباء كما هو الحال فى مشروع السد العالى بمدينة أسوان المصرية.

وتتلخص الفكرة فى عمل سدود فى مسار النهر على أن يكون بهذه السدود فتحات بها توربينات مائية تدور نتيجة لسريان الماء بسرعة من خلالها، وهذه التوربينات متصلة ميكانيكيا بمولدات للقوى الكهربية مما ينتج عنه توليد طاقة كهربية نتيجة لدوران التوربينات المائية.

والتوربينات المائية الخاصة بهذا الاستخدام تنقسم إلى ثلاثة أنواع طبقا لفرق منسوب المياه بين أمام وخلف السد، فإذا كان هذا الفرق صغيرا ولا يتعدى ٣٠ مترا كما هو الحال فى السد العالى تستخدم نوع من التوربينات يسمى «كابلان» وشكلها أشبه بشكل المراوح الكهربائية المعتادة، أما إذا كان هذا الفرق كبيرا ويتعدى ٢٠٠٠ متر كما هو الحال فى الشلالات استخدم نوع آخر من التوربينات المائية يسمى «بلتون». واختتمت المهندسة صفاء حديثها قائلة: وأما إذا كان الفرق فى حدود عشرات أو مئات الأمتار فإنه يستخدم نوعا ثالثا من التوربينات المائية يسمى «فرانسيس» وتعتبر مثل هذه المشاريع مفيدة للغاية حيث أنها لا تستهلك وقودا وتقتصر تكاليفها على قيمة إنشاء السد والمعدات اللازمة للمشروع فقط. شكر الجميع المهندسة صفاء على المعلومات القيمة التى ذكرتها وتوجهوا جميعا بأنظارهم إلى الدكتور صلاح خبير الطاقة الجديدة والمتجددة وسألوه وماذا عن مصادر الطاقة البديلة أو كما يسمونها الطاقة المتجددة..؟!

(٤) الطاقة الشمسية وطاقة المخلفات

اعتدل الدكتور صلاح فى جلسته واستهل حديثه قائلا: كلنا يعلم أن الشمس هى مصدر الطاقة الشمسية، والشمس هى نجم كروى من مواد غازية ذات حرارة عالية للغاية، ويبلغ قطر الشمس حوالى ١,٤ مليون كيلومتر وتبعد عن الأرض حوالى ١,٥ مليون كيلومتر، وتدور الشمس حول نفسها مرة كل أربعة أسابيع وتبلغ درجة حرارة سطح الشمس حوالى ٦ آلاف درجة مئوية فى حين تقدر درجة حرارة الأجزاء الداخلية للشمس من ٨ إلى ٤٠ مليون درجة مئوية كما تقدر كثافة الشمس بحوالى من ٨٠ إلى ١٠٠ ضعف كثافة الماء.

والطاقة الشمسية التى تصل إلى الكرة الأرضية تختلف من مكان إلى مكان ومن ساعة إلى ساعة وقد قدر العلماء أكبر كمية للطاقة الشمسية على سطح الأرض كمقياس عيارى بحوالى واحد كيلووات لكل متر مربع من سطح الكرة الأرضية، وقد أمكن - حتى الآن - الاستفادة من هذا القدر الكبير من الطاقة الشمسية فى استخدامين رئيسيين هما:

(أ) الاستخدام الحرارى للطاقة الشمسية.

(ب) الاستخدام الفوتوفولتى للطاقة الشمسية.

ويعتمد الاستخدام الحرارى للطاقة الشمسية على الاستفادة من الأشعة تحت الحمراء فى الطيف الشمسى. وقد قسم إلى ثلاثة مستويات هى:

١ - **المستوى المنخفض** للاستفادة من الطاقة الشمسية الحرارية: وهو ذلك الاستخدام الذى لا تزيد فيه درجة الحرارة عن ٩٠ درجة مئوية وتشمل سخانات المياه بالطاقة الشمسية التى تستخدم فى الحمامات المنزلية وتسخين حمامات السباحة وتسخين المياه للفنادق أو المصانع كما تشمل أيضا أجهزة تجفيف الحاصلات الزراعية مثل العنب والبصل والمشمش والتمر وخلافه

ويوضح شكل رقم (٧) أشكال تخطيطية لسخانات المياه بالطاقة الشمسية ولنوعين من مجففات المحاصيل الزراعية بالطاقة الشمسية.

ويجب ملاحظة أن أجهزة الطاقة الشمسية عموما يجب أن تكون مواجهة لاتجاه الجنوب – القبلى – وأن تكون مائلة على المستوى الأفقى بزاوية تساوى خط عرض المكان الموجود به الجهاز ففى القاهرة – مثلا – يجب أن تكون مائلة بزاوية ٣٠ درجة.

- كما يجب ملاحظة أيضا أن كمية الحرارة الناتجة من السخان الشمسى لا تكون ثابتة طوال العام بل تتغير من يوم إلى يوم ومن شهر إلى شهر، ولكن هناك أربعة توقيتات زمنية خلال العام لها ارتباط وثيق بكمية الطاقة الشمسية الساقطة على الجهاز وهى:

٢١ مارس ويسمى الانقلاب الربيعى.

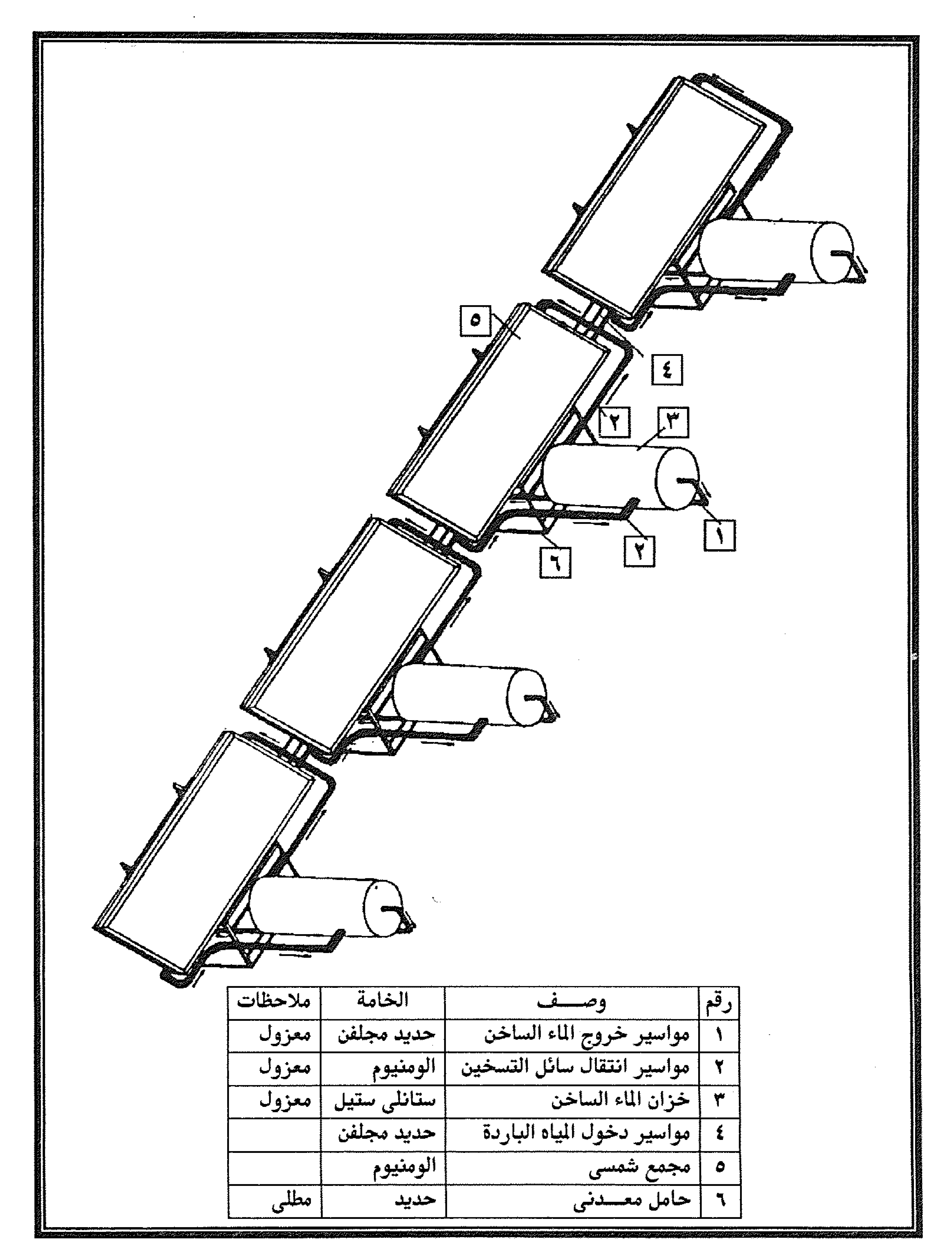
٢١ سبتمبر ويسمى الانقلاب الخريفى.

وفى هذين الانقلابين يتساوى طول الليل والنهار.

٢١ يونيو ويسمى الانقلاب الصيفى وفيه يكون طول النهار أطول ما يمكن وربما وصل إلى ١٧ ساعة يوميا.

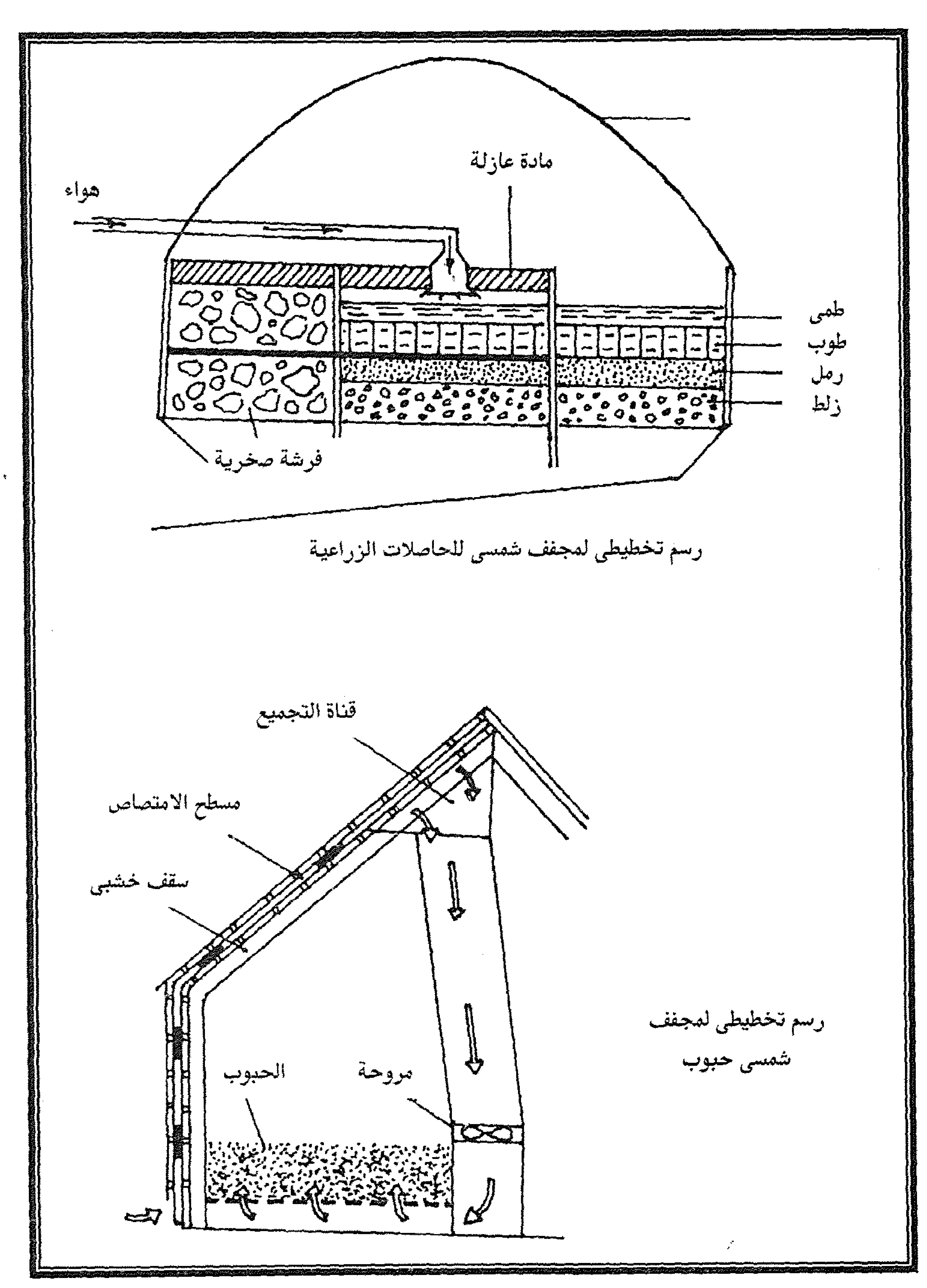
٢١ ديسمبر ويسمى الانقلاب الشتوى وفيه يكون طول النهار أقصر ما يمكن وربما وصل إلى ٦ ساعات يوميا.

٢ – **المستوى المتوسط** للاستفادة من الطاقة الشمسية وهو ذلك الاستخدام الذى تصل فيه درجات الحرارة من ٣٥٠ إلى ٥٠٠ درجة مئوية ويستخدم فى الأغراض التى تتطلب توليد بخار للمصانع أو الفنادق الكبيرة أو إدارة التوربينات البخارية صغيرة الحجم لأغراض ضخ المياه أو توليد الكهرباء على المستوى المحدود. وفى هذا التطبيق تستخدم المركّزات الشمسية، والمركزات الشمسية المعروفة تجاريًّا والمستخدمة فى هذا المجال نوعان: المركزات الشمسية



رقم	وصـــف	الخامة	ملاحظات
١	مواسير خروج الماء الساخن	حديد مجلفن	معزول
٢	مواسير انتقال سائل التسخين	الومنيوم	معزول
٣	خزان الماء الساخن	ستانلى ستيل	معزول
٤	مواسير دخول المياه الباردة	حديد مجلفن	
٥	مجمع شمسى	الومنيوم	
٦	حامل معـــدنى	حديد	مطلى

شكل رقم (٧ – أ) مجموعة من سخانات المياه الشمسية.



شكل رقم (٧ – ب) «مجفف حاصلات زراعية بالطاقة الشمسية».

الطبقية والمركزات الشمسية الحوضية. ويوضح شكل رقم (٨) صورا فوتوغرافية للمركزات الشمسية الطبقية والحوضية. والمركز الشمسى الطبقى يعطى معدلات عالية جدا لتركيز أشعة الشمس قد تصل إلى خمسة آلاف ضعف التركيز الطبيعى للشمس وتصل درجة الحرارة فى بؤرة المركز إلى أكثر من ١٥٠٠ درجة مئوية.

أما المركز الشمسى الحوضى فإن درجة تركيزه لأشعة الشمس لا تصل أكثر من مائة ضعف التركيز الطبيعى لأشعة الشمس ولا تصل درجة الحرارة فى بؤرته أكثر من ٥٠٠ درجة مئوية.

والمركزات الشمسية عمومًا تكون مزودة بنظام تتبع آلىٍّ لحركة الشمس، بحيث يكون المركز دائمًا مواجهًا للشمس، وذلك يستوجب أن يكون التوجيه فى مستويين، الأول : المستوى الأفقى . والثانى : المستوى الرأسى. فالمستوى الأفقى يمكن الطبق من تتبع مسار الشمس فى حركتها من الشرق للغرب، أما المستوى الرأسى فيمكن الطبق من تتبع حركة الشمس أعلى وأسفل لملاحقة تغييرات وضع الشمس شتاءً وصيفًا.

ويوضح شكل رقم (٨ - جـ) استخداما جديدا للمركز الشمسى الحوضى ابتكره أحد العلماء ويدعى «عبده مومونى» بغرض تحلية مياه البحار والمحيطات عن طريق وضع ماسورة مياه معدنية على طول خط البؤرة للمركز وإدخال الماء المالح من أحد طرفى الماسورة التى تصل درجة حرارتها حوالى ٤٠٠ درجة مئوية فيخرج بخار من الطرف الآخر للماسورة يتم تكثيف هذا البخار إلى قطرات من الماء العذب الذى يجمع فى زجاجات.

٣ - **المستوى العالى** للاستفادة من الطاقة الشمسية وهو ذلك الاستخدام الذى تصل فيه درجات الحرارة إلى أكثر من ١٠٠٠ درجة مئوية ويستخدم هذا التطبيق فى أغراض صهر المعادن أو الشى للّحوم والدواجن . ولغرض صهر

شكل (٨ – أ)
مركز شمسي طبقي

شكل (٨ – ب)
مركز شمسي طبقي
(شكل عام)

شكل (٨ – جـ) مركز شمسي حوضي

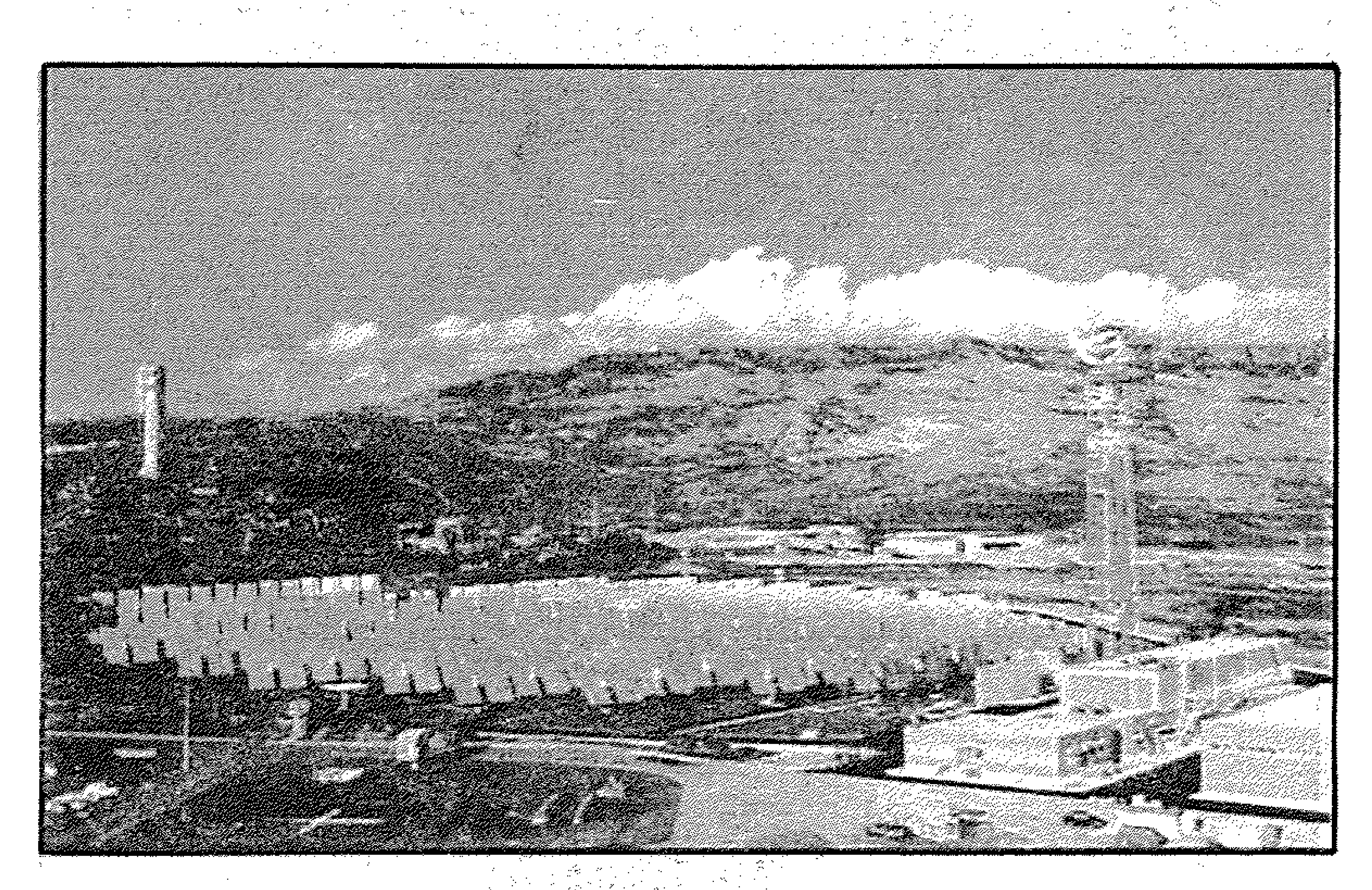
المعادن أقامت عديد من الدول منها على سبيل المثال فرنسا نظام يسمى «المستقبل المركزى» ويتكون هذا النظام من عدد كبير من المرايا المسطحة تبلغ مساحتها حوالى ٦٥٠٠ متر مربع وكل مرآة تبلغ مساحتها حوالى ٢٠ مترا مربعا كما هو موضح فى شكل رقم (٩) وتقوم جميع هذه المرايا ذات المسطح الكبير بعكس أشعة الشمس فى مرآة مقعرة كبيرة للغاية تقوم بدورها بتركيز أشعة الشمس فى بوتقة صهر المعادن أو «أم النار» كما يسمونها.

وبالطبع فإن جميع هذه المرايا المسطحة تكون مزودة بنظام تتبع أتوماتيكى لأشعة الشمس يتحكم فيه جهاز حاسب إلكترونى علما بأن كل مرآة يمكنها التحرك على محورين أحدهما أفقى والآخر رأسى بواسطة محرك كهربائى لكل محور وذلك حتى يتم عكس كل شعاع شمس من المرايا المسطحة إلى المرآة المقعرة الكبيرة.

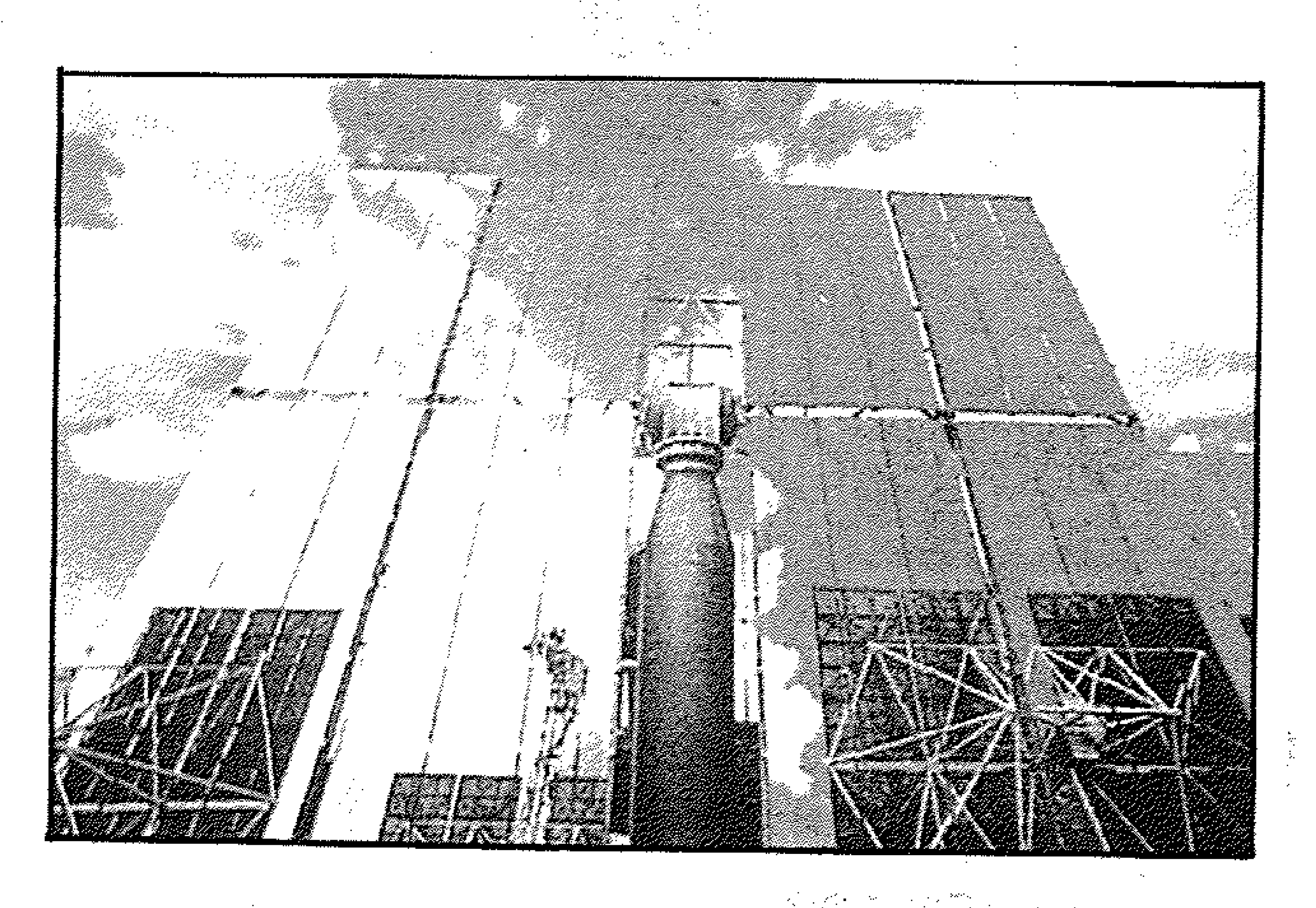
وعلى الرغم من نجاح هذا النظام للمستقبل المركزى من الناحية العلمية إلا أنه مازال يحتاج إلى كثير من الأبحاث والتجارب حتى يصبح قادرا على المنافسة من الناحية التجارية..

وهنا فجأة عاد التيار الكهربائى إلى المنزل وإلى الحى بأكمله فصاح الجميع مهللين وفرحين وما هى إلا دقائق حتى رن جرس الباب فقام محمد وفتح الباب وصاح قائلا: لقد حضر مصطفى ابن خالتى وأرى أنها فرصة لكى يستمتع معنا بحديث الدكتور صلاح عن الطاقة الشمسية وطاقة الفضلات فرد مصطفى قائلا: نعم فى حاجة شديدة لذلك لأنى عندى لعبة تعمل بالطاقة الشمسية ولكنها توقفت عن الحركة ولا أدرى السبب فأجاب الدكتور صلاح: هذا ما كنت سأبدأ لتوى فى شرحه وهو الطاقة الشمسية الفوتوفولتيه.

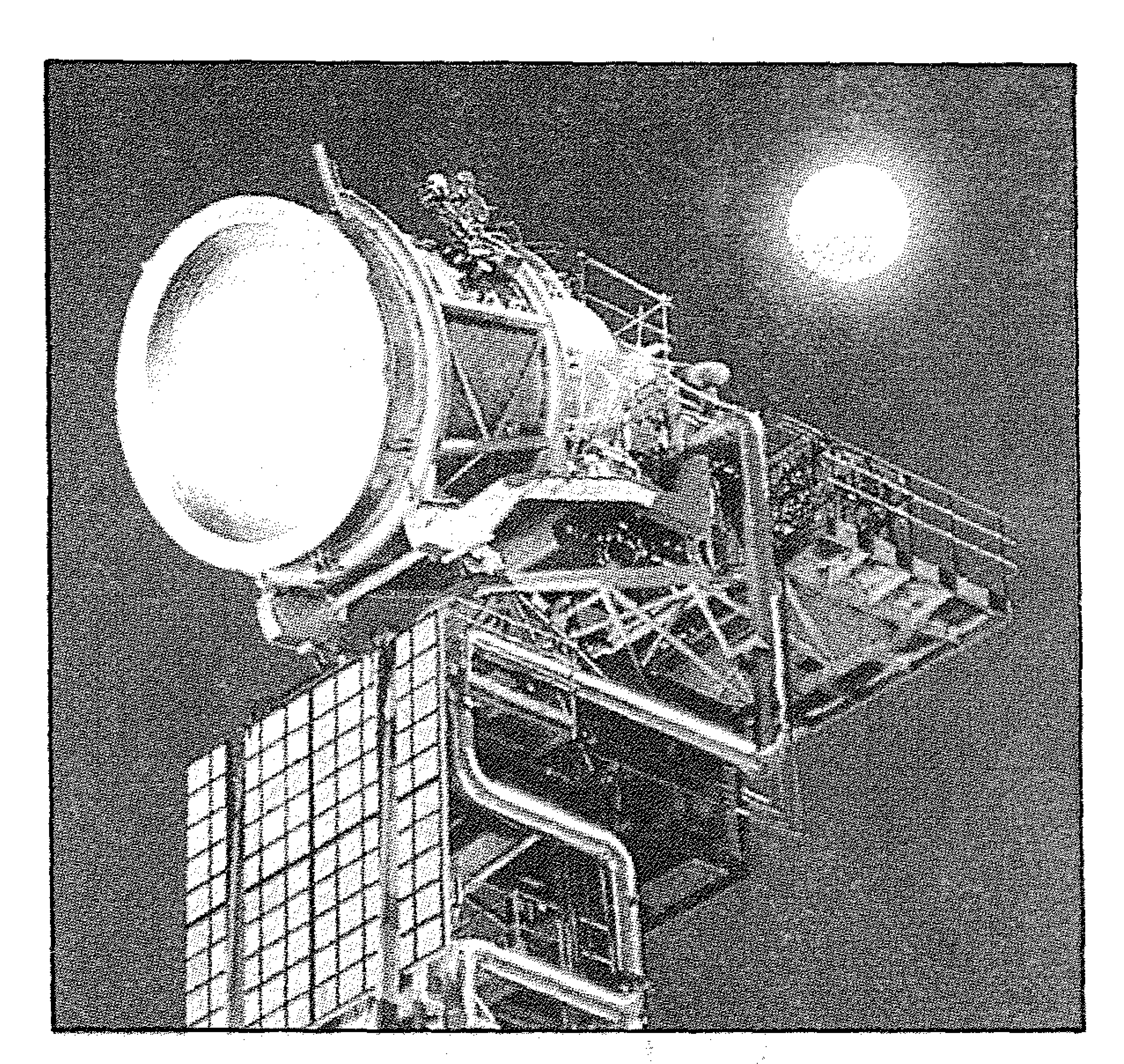
سألت أمانى: وما هو كلمة فوتوفولتيه أجاب الدكتور صلاح: معناها توليد الكهرباء من الضوء، فكما نعلم جميعا هناك تأثير حرارى للطاقة الشمسية نتيجة وجود الأشعة تحت الحمراء فى الطيف الشمسى، ولكن هناك أيضا تأثير فوتوفولتى للطاقة الشمسية نتيجة وجود أشعة فوق بنفسجية فى الطيف



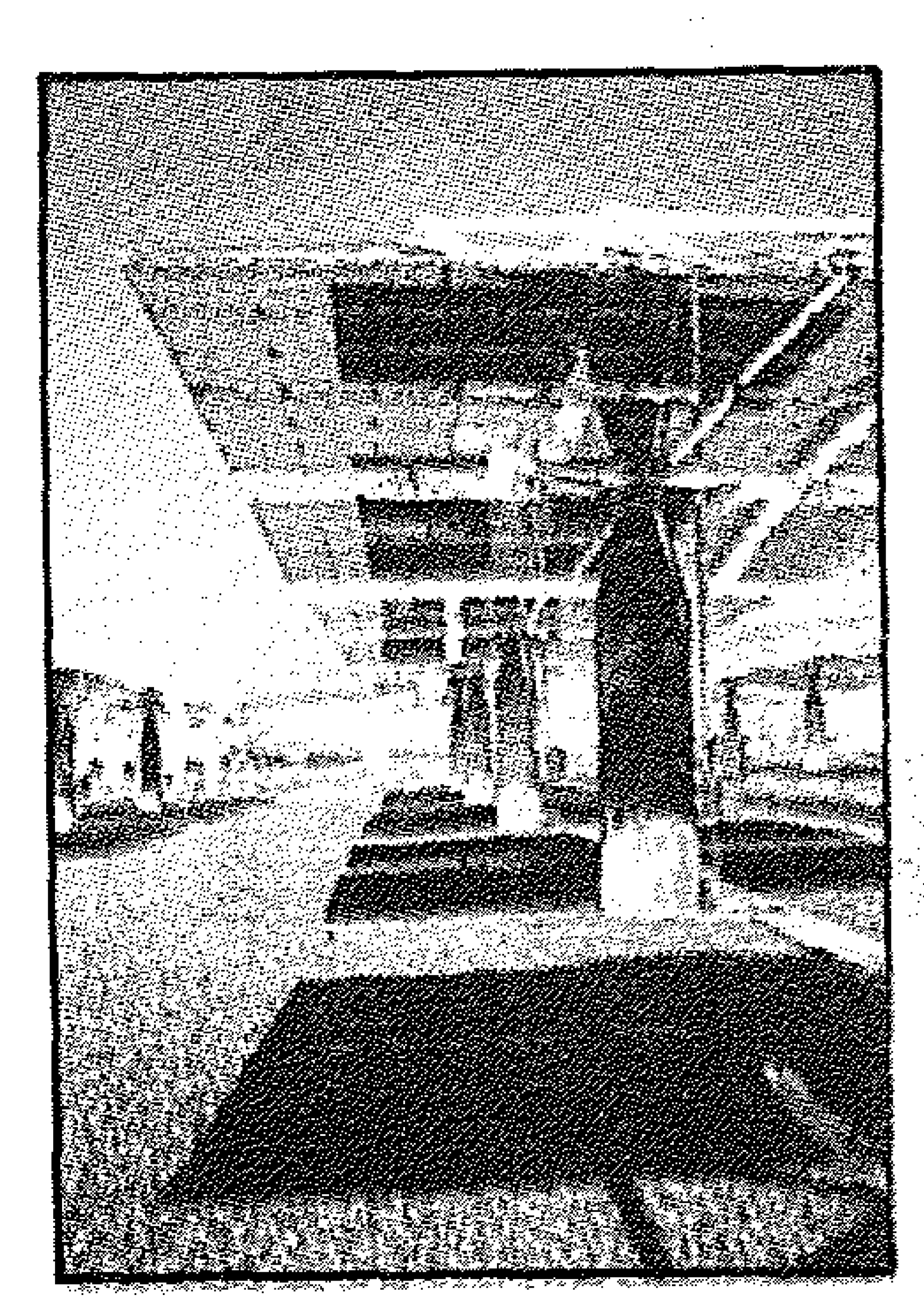
شكل (٩ – أ) نظام المستقبل الشمسى المركزى.



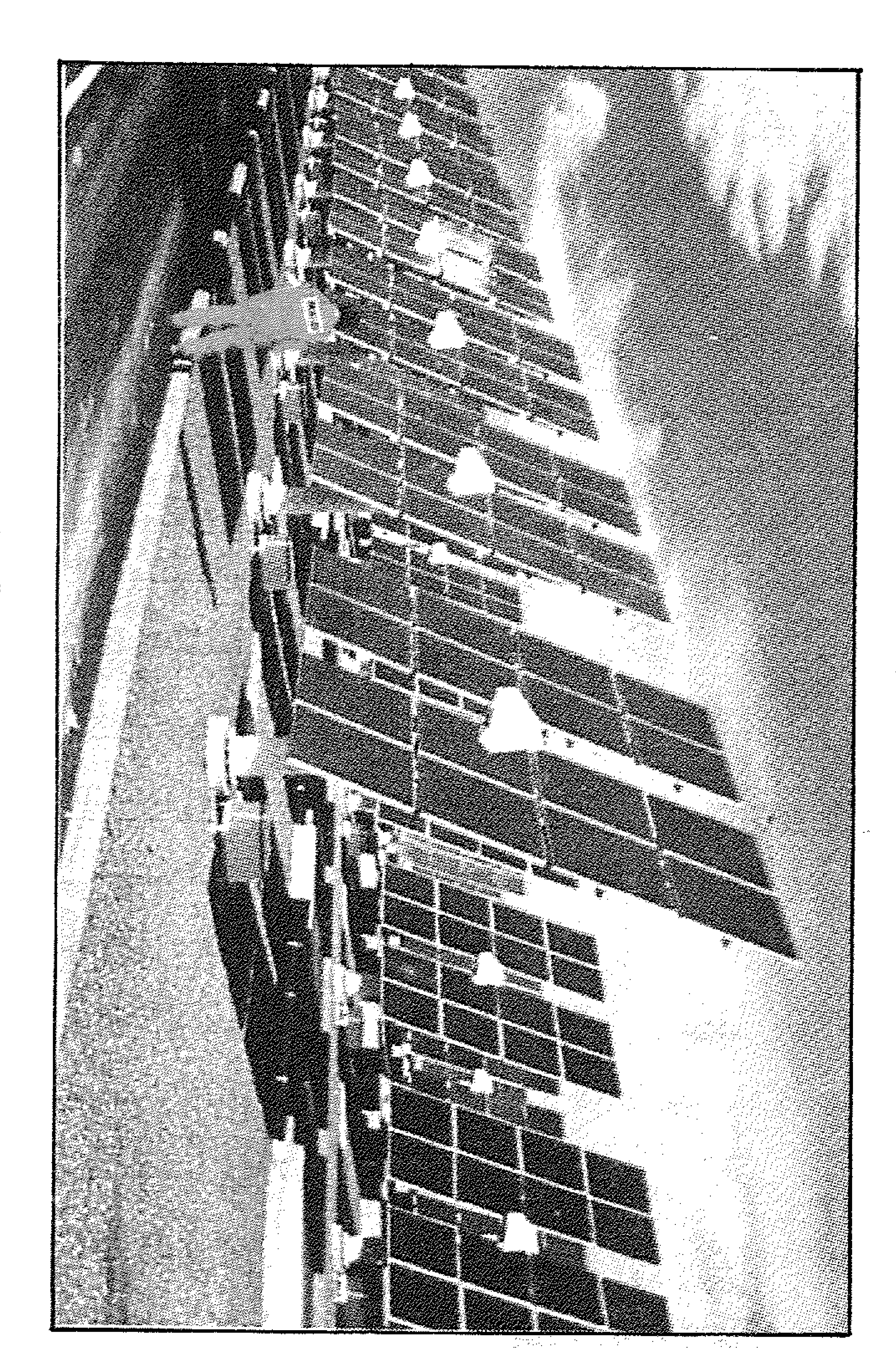
شكل (٩ – ب) المرآة المسطحة للنظام.



شكل (٩ – جـ) بوتقة صهر المعدن
أو (أم النار) .



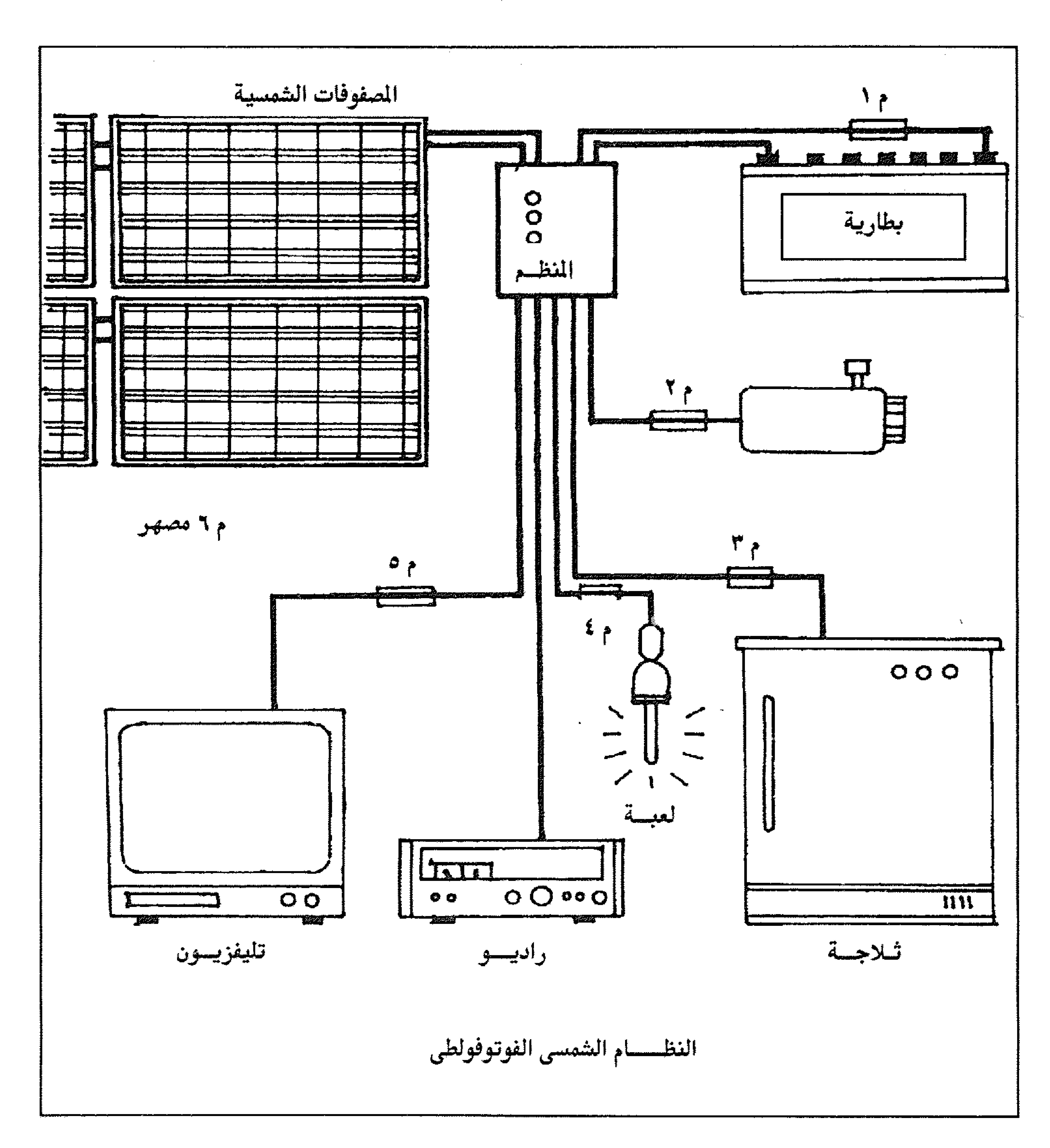
شكل (٩ – د) وضع المرايا المسطحة إلى أسفل من غروب
الشمس إلى شروقها ثانى يوم .



شكل (٩ – هـ) المرايا المسطحة للنظام.
(لاحظ حجمها بالنسبة لحجم الرجل أمامها)

الشمسى ولكي نفهم التأثير الفوتوفولتى يجب أن نفهم أشباه الموصلات ووصله ب – ن: فى بداية الخمسينات من هذا القرن توصل العلماء إلى مواد مصنعة أسموها أشباه الموصلات، وهذه المواد لها خاصية معينة وهى أنها تكون عازلة للكهرباء تحت الظروف العادية أما عند استقبالها لقدر من الطاقة الكهربية أو الضوئية فإن أداءها الكهربائى يتغير فتصبح موصلة للكهرباء أو تقوم بإنتاج الكهرباء، وبدون دخول فى تفاصيل فنية معقدة فإن أشباه الموصلات تعتمد أساسا فى تكوينها على وصلة بين مادتين تسمى «وصلة ب – ن» وعادة ما تكون هاتان المادتان أحدهما عنصر السيليكون والأخرى عنصر الفسفور أو الزرنيخ أو البورون.

وتستخدم الطاقة الشمسية الفوتوفولتيه فى توليد الكهرباء على صورة تيار مستمر أو متغير بواسطة «نظام الطاقة الشمسية الفوتوفولتيه» الموضح فى شكل رقم (١٠) لإمداد كافة الأجهزة الكهربية بالتيار الكهربائى المستمر أو المتغير. ويتكون هذا النظام من عدد من المصفوفات الشمسية، وتتكون كل مصفوفة من عدد من الموديولات الشمسية. والموديول الشمسى هو وحده البناء الهندسية لنظام الطاقة الشمسية الفوتوفولتيه ويتكون الموديول الشمسى من عدد ٣٦ خلية شمسية فوتوفولتيه أو مضاعفات أو كسر من هذا الرقم، وهذه الخلايا مجمعة على لوح من نوع من أنواع البلاستيك يسمى «تدلر» ومحاطة بإطار معدنى غالبا ما يكون ألمونيوم مقاوم للصدأ وتغطى الخلايا بلوح زجاجى خاص معالج حراريا لمنع تعرض الخلايا للظروف الجوية. والخلايا متصلة كهربائيا بعضها ببعض على التوالى والتوازى معا بحيث ينتج الموديول الجهد والتيار المطلوبين. والموديول عادة ما ينتج جهدا كهربائيا يساوى ١٢ فولت وله القدرة على إنتاج تيار كهربائى فى حدود ٢ أمبير وعادة ما تكون أبعاد هذا الموديول ١ × ٠,٥ متر. والقدرة الكهربائية المعتادة لهذا الموديول عند سطوع الشمس بطاقة ١ كيلوات للمتر المربع تكون فى حدود ٥٠ وات والخلية الشمسية هى وحدة


المصفوفات الشمسية
م ١
بطارية
المنظـم
م ٢
م ٦ مصهر
م ٣
م ٥
م ٤
لعبـة
تليفزيـون
راديــو
ثـلاجـة
النظـــام الشمسى الفوتوفولطى

شكل رقم (١٠)

بناء الموديل والخلايا الشمسية أنواع كثيرة أهمها وأكثرها انتشارا من الناحية التجارية هى الخلايا السيليكونية. والخلايا السيليكونية ثلاثة أنواع هى:

١ - الخلايا السيليكونية المتبلرة: وتعتبر هذه الخلايا أكثر أنواع الخلايا السيليكونية كفاءة من الناحية الفنية حيث تصل كفاءتها إلى حوالى ١٧٪ وعادة ما تكون مستديرة الشكل بقطر ١٠ سنتيمترات، ويعتبر الشكل الدائرى عدم ميزة لهذا النوع نظرا للفراغ الذى يتكون بين الخلايا إذا وضعت متجاورة. لهذا تجرى الأبحاث العلمية حاليا لدراسة إمكانية إنتاج خلايا سيليكونية متبلرة مربعة الشكل، والخلية السيليكونية المتبلرة تكون رقيقة للغاية بسمك لا يتجاوز ٣٠٠ جزء من مليون جزء من المتر لذا فهى هشة للغاية وقابلة للكسر، وظهر الخلية يكون مغطى بطبقة معدنية عادة الألمونيوم أما وجه الخلية فيكون أزرق اللون نتيجة لوجود طلاء مضاد لانعكاس أشعة الشمس، وتوجد على وجه الخلية شبكة معدنية مهمتها تجميع التيار الكهربائى من على كل جزء من أجزاء وجه الخلية، وهذه الشبكة المعدنية مصنوعة من سبيكة من الفضة والنحاس والألمونيوم والقصدير تسمى سبيكة «الأنوفار». وتنتج الخلية الواحدة جهدا حوالى ٠,٥ فولت وتيار كهربائى يصل إلى ٢ أمبير.

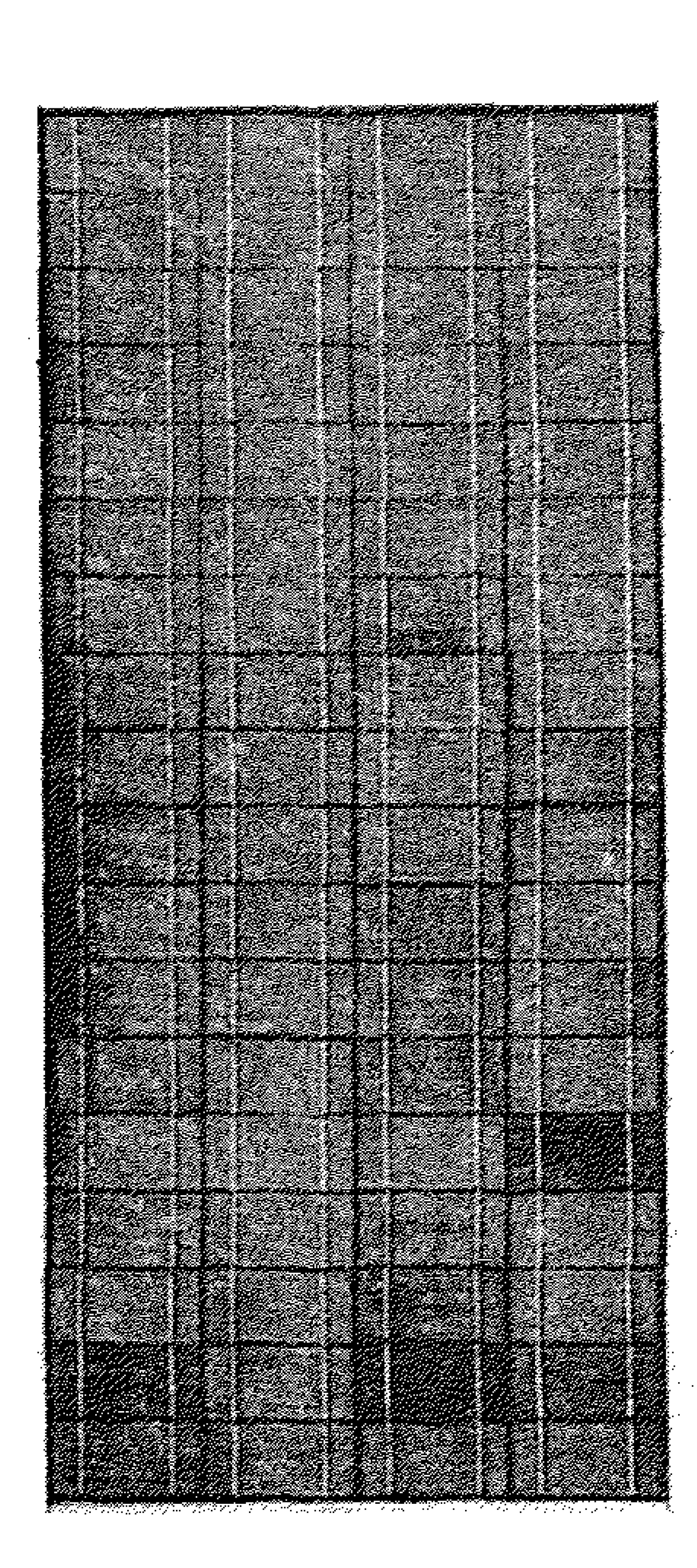
وتتأثر الخلايا الشمسية بارتفاع درجة الحرارة فتقل كفاءتها كلما ارتفعت درجة حرارتها. وتبلغ سعر الخلية الواحدة حوالى ٥ دولارات أمريكية فى حين يبلغ سعر الموديول الواحد حوالى ٣٠٠ دولار أمريكى ويوضح شكل رقم (١١) الموديولات والخلايا بأنواعها.

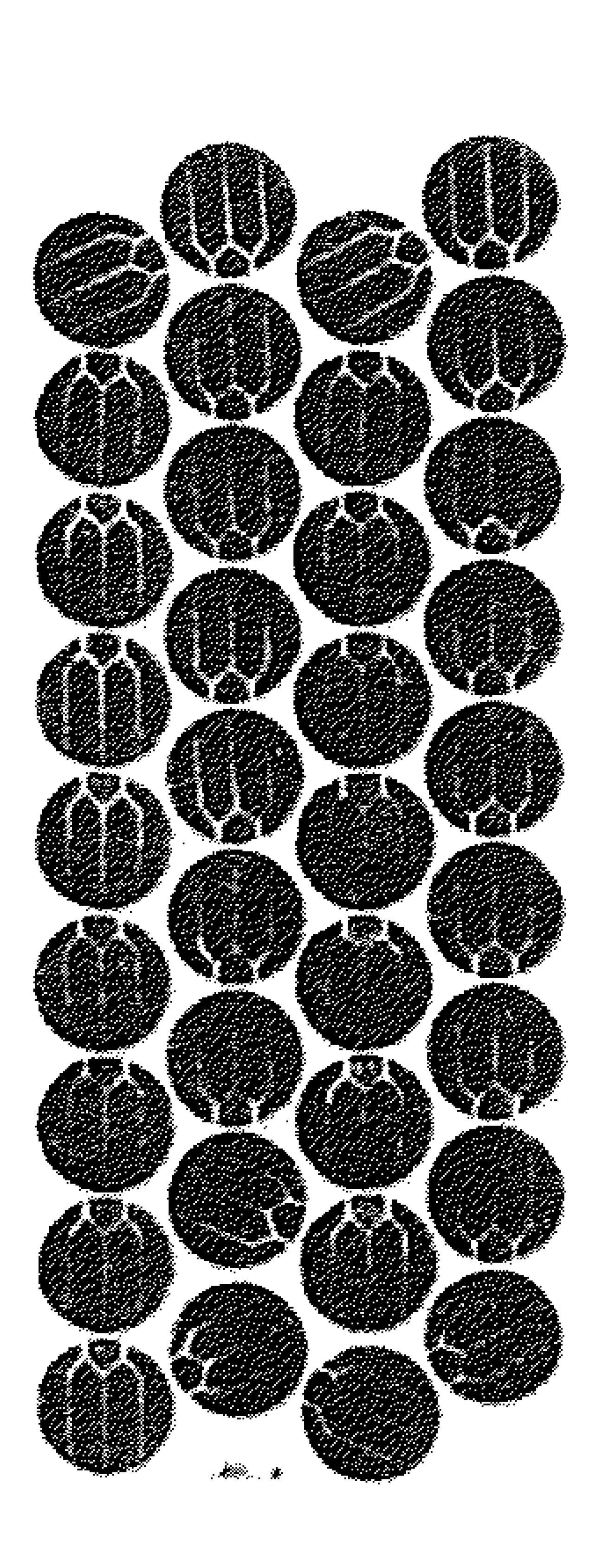
٢ - الخلايا السيليكونية متعددة التبلر:

يعتبر هذا النوع من الخلايا الشمسية الفوتوفولتيه أكثر الأنواع انتشارا من الناحية التجارية نظرا لانخفاض سعره رغم جودة كفاءته التى تصل إلى ١٣٪ فى حين يبلغ سعره حوالى ٤ دولارات أمريكية للوات الواحد. وهذا النوع مربع



خلية شمسية متعددة التبلر





موديول شمسى فوتوفولطى
به خلايا متعددة التبلر

موديول شمسى فوتوفولطى
به خلايا أحادية التبلر

الشكل - وتلك ميزة - بطول ضلع ١٠ سنتيمترات. ويبلغ عمر الخلية الافتراضى ٢٠ عاما مقارنة بـ ٢٥ عاما للخلايا المتبلرة.

٣ - الخلايا السيليكونية غير المتبلرة:

وهذا النوع من الخلايا قليل الكفاءة حيث لا تزيد كفاءته عن ٥٪ عمره الافتراضى لا يزيد عن ٥ سنوات نتيجة لاضمحلال خواصه الفنية بتأثير الأشعة فوق البنفسجية وهو مربع الشكل وطول ضلعه ٣٠ سنتيمتر وقابل للتجزئة إلى أى مقاس.

بالإضافة إلى الموديولات الموجودة داخل المصفوفات والتى تحتوى على الخلايا فإن الجزء الثانى من النظام الشمسى الفوتوفولتى هو البطاريات، والبطاريات فى النظام الشمسى لها وظيفة رئيسية وهى تخزين الطاقة الكهربية الناتجة من المصفوفات نهارا وأتاحتها للاستخدام ليلا. والبطاريات الخاصة بالنظام الشمسى بطاريات من نوع خاص يسمى بطاريات «التفريغ العميق».

وبالإضافة للبطاريات يوجد جهاز إلكترونى لتنظيم شحن البطاريات والتحكم والحماية للنظام الكهربائى بأكمله يسمى جهاز الشاحن وهو المسئول أيضا عن التشغيل الأتوماتيكى للنظام ليلا وإبطاله نهارا حتى يتم شحن البطاريات.

وبعض الأنظمة الفوتوفولتيه تكون مزودة بجهاز يسمى «المذبذب الساكن» وهذا الجهاز وظيفته تحويل التيار المستمر الناتج من البطاريات إلى تيار متغير صالح لتشغيل أى جهاز كهربائى به موتور مثل الثلاجات وأجهزة التلفزيون وخلافه.

وعموما فإن النظام الشمسى يمكنه العمل ليلا مدة من ٤ - ٨ ساعات حسب تصميمه بعدها يحتاج إلى شحن بطارياته.

واختتم الدكتور صلاح حديثه قائلا: أما عن طاقة المخلفات فكلنا يعلم أن المخلفات ثلاثة أنواع: مخلفات نباتية ومخلفات حيوانية ومخلفات آدمية

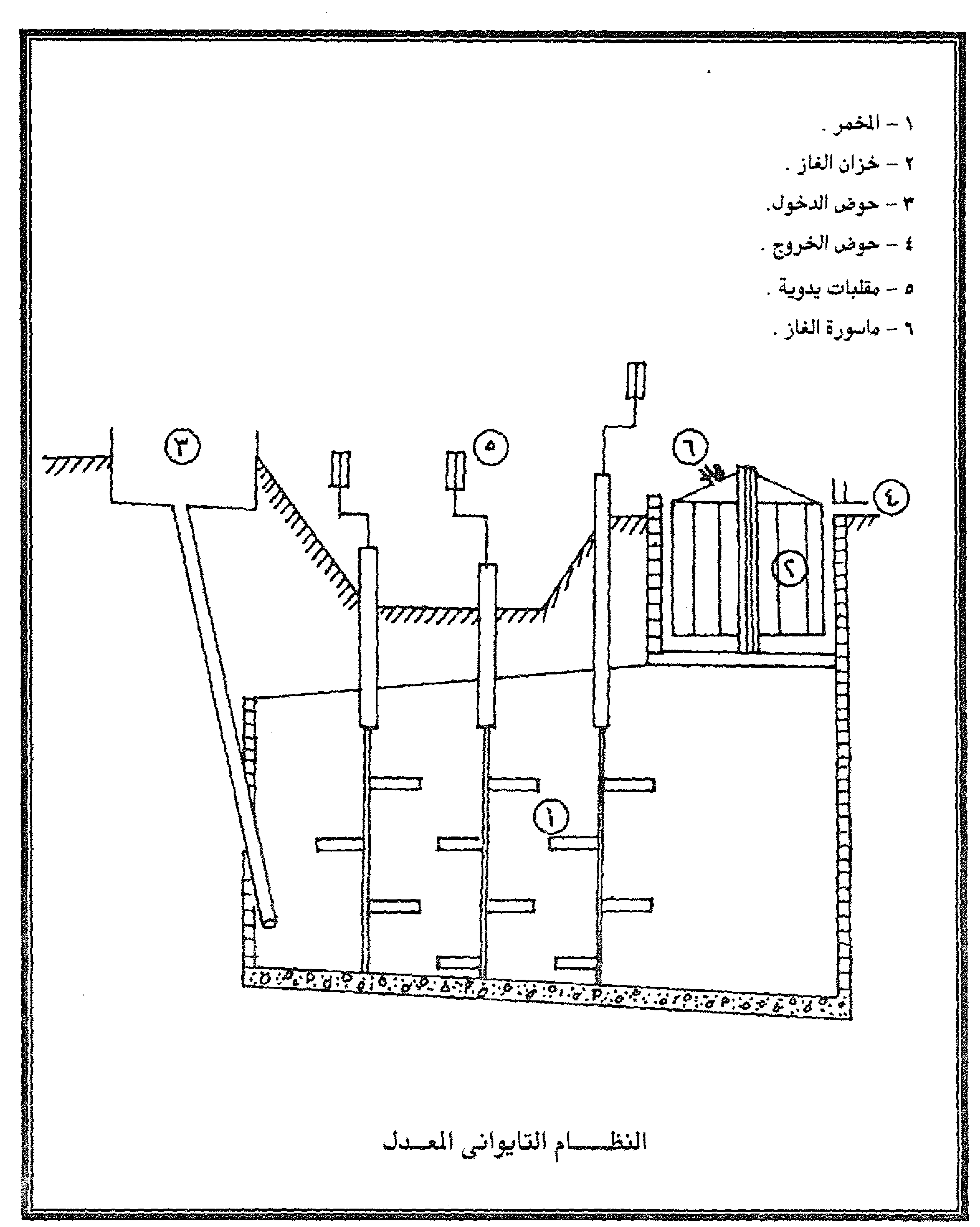
ويمكن عن طريق جهاز يسمى «المخمر» استغلال تخمر هذه المخلفات للحصول على غاز طبيعى قابل للاشتعال يمكن استخدامه فى الحصول على لهب أو بخار أو طاقة كهربية وفى الواقع تحصل على الطاقة الكهربية من البخار وتحصل على البخار من اللهب وتحصل على اللهب من إشعال الغاز.

ويوضح شكل رقم (١٢) رسْم تخطيطى لمخمر فضلات نباتية مثل بقايا الزراعات وبقايا ثمار الذرة والقمح والأرز وخلافه.

إن الفضلات فى الدول المتقدمة تمثل مصدرا للطاقة وليست مصدرا للذباب والأوبئة والأمراض.

شكر الجميع الدكتور صلاح على شرحه الوافر وتوجهوا بأنظارهم هذه المرة إلى زوجته السيدة سناء الخبيرة فى هندسة علوم البحار والمحيطات وسألوها: وهل توجد مصادر للطاقة فى البحار والمحيطات أجابت سناء: هناك الكثير والكثير من مصادر الطاقة فى البحار والمحيطات، قال الجميع: كلنا آذان صاغية..

* * *



شكل رقم (١٢)

رسم تخطيطى لمخمر الفضلات .

(٥) مصادر طاقة البحار والمحيطات

استهلت الخبيرة سناء حديثها قائلة: توجد فى البحار والمحيطات مصادر لا نهائية للطاقة تنحصر فى الثلاثة أنواع التالية:

١ - طاقة المد والجزر.

٢ - الطاقة الحرارية الناتجة عن فرق درجات الحرارة بين سطح وقاع البحار والمحيطات.

٣ - طاقة الأمواج.

وظاهرة المد والجزر تتمثل فى ارتفاع منسوب المياه فى البحار والمحيطات عن منسوبها العادى مما يتسبب فى زحف المياه على شواطئ اليابسة وذلك عندما يصير القمر بدرا ويسمى ذلك «المد»، أما الجزر فهو انخفاض منسوب هذه المياه فى البحار والمحيطات مما يتسبب فى انحسار المياه عن شواطئ اليابسة وذلك عندما يصبح القمر محاقا وقد استغل العلماء هذه الظاهرة فى إنشاء محطات لتوليد الطاقة الكهربية من المد والجزر فاختاروا خليج بمواصفات معينة وفى جزء معين منه أقاموا سدا خرسانيا ذى فتحات يمكن فتحها أو غلقها عند الحاجة. وبعد بناء هذا السد فتح العلماء جميع فتحاته حتى تساوى منسوب المياه أمام وخلف السد. وفى توقيت معين عندما تبدأ المياه فى الزيادة فى البحر نتيجة لبدء ظاهرة المد يتم غلق فتحات السد لعدة أيام حتى ترتفع مياه البحر فى ناحية السد المواجهة للبحر أقصى ما يمكن فى حين يظل منسوب المياه فى الناحية الأخرى من السد ثابتا عندئذ يتم فتح الفتحات الموجودة داخل السد والتى عليها توربينات مائية فتندفع المياه من المنسوب العالى إلى المنسوب المنخفض بقوة تتسبب فى دوران التوربينات، ومتى دارت هذه التوربينات المتصلة ميكانيكيا بمولدات كهرباء فإنه يتم توليد طاقة كهربية يمكن استخدامها فى شتى الأغراض كالإنارة والتدفئة والتبريد وخلافه.

وفى البحار والمحيطات نجد ظاهرة طبيعية أخرى وهى أن درجة حرارة سطح المياه تكون أعلى من درجة حرارة القاع بفرق قد يصل فى بعض الأحيان إلى حوالى ٢٠ درجة مئوية. وقد أغرت هذه الظاهرة كثيرا من العلماء لاستخدام نظرية علمية قديمة تعرف باسم «دورة كارنوت الحرارية» لاستغلال هذا الفرق فى درجات الحرارة لتوليد الكهرباء.

وتعتمد دورة كارنوت الحرارة على وجود «مصدر» للحرارة – فى حالتنا هذه هذا المصدر هو درجة الحرارة المرتفعة لسطح البحر أو المحيط – كما تعتمد أيضا هذه الدورة على وجود «بالوعة» حرارة – وفى حالتنا هذه البالوعة الحرارية هى درجة الحرارة المنخفضة لقاع البحر. وخلال هذه الدورة نستغل درجة حرارة المصدر فى تحويل أحد السوائل (عادة يكون الفريون) إلى بخار حيث تستغل قوة دفع البخار فى إدارة توربينة بخارية وبعد أن يقوم البخار بأداء مهمته فى إدارة التوربينة يخرج من التوربينة ليواجه درجة الحرارة المنخفضة للبالوعة الحرارية فيتكثف ويتحول إلى سائل مرة أخرى ليعاد ضخه إلى المصدر الحرارى وهكذا..

ومن البديهى أن إتمام هذه الدورة يتطلب أن يمتص السائل حرارة من المصدر كما يتطلب أن يبث البخار حرارته فى البالوعة الحرارية. وفى حالتنا مهما أمتص السائل من حرارة سطح البحر فلن يبرد سطح البحر نظرا لضخامة كميته كما أنه مهما بث البخار من حرارة فى قاع المحيط فلن ترتفع درجة حرارة قاع المحيط.

أما عن طاقة الأمواج فمن المعلوم أن الحركة الموجية لمياه البحار والمحيطات تنشأ نتيجة لتأثير الرياح على سطح المياه لمسافات طويلة تصل إلى آلاف الكيلومترات. وهذه الأمواج لها طاقة حركية وطاقة جاذبية تبلغ فى المتوسط حوالى ٤٠ كيلوات لكل متر من عرض الموجة. ويمكن بواسطة أجهزة تحويل طاقة الأمواج إلى طاقة ميكانيكية، وقد قامت عديد من الشركات الأجنبية

بإنتاج عدد من المبتكرات التى أثبتت نجاحا عمليا فى الاستفادة من هذه الطاقة الميكانيكية فى ضخ المياه أو توليد الكهرباء، وهذه الأجهزة معقدة فنيا مثل جهاز «المقوم» أو جهاز «المجرى» أو جهاز «الحقيبة المرنة» جهاز «البطة» أو جهاز «الطوف».

واختتمت الخبيرة سناء حديثها قائلة: لو أمكننا فى بلادنا العربية إقامة محطة لتوليد الكهرباء من طاقة الأمواج فإن هذه المحطة لن تستهلك أى نوع من الوقود.

شكر الجميع الخبيرة سناء على شرحها الواضح وتوجهوا بأنظارهم - مرة أخرى - إلى الدكتور صلاح ليختتم حديث الجلسة بشرح عن طاقة الرياح والطاقة الحرارية الكامنة فى جوف الأرض «الجيوثرمال».

* * *

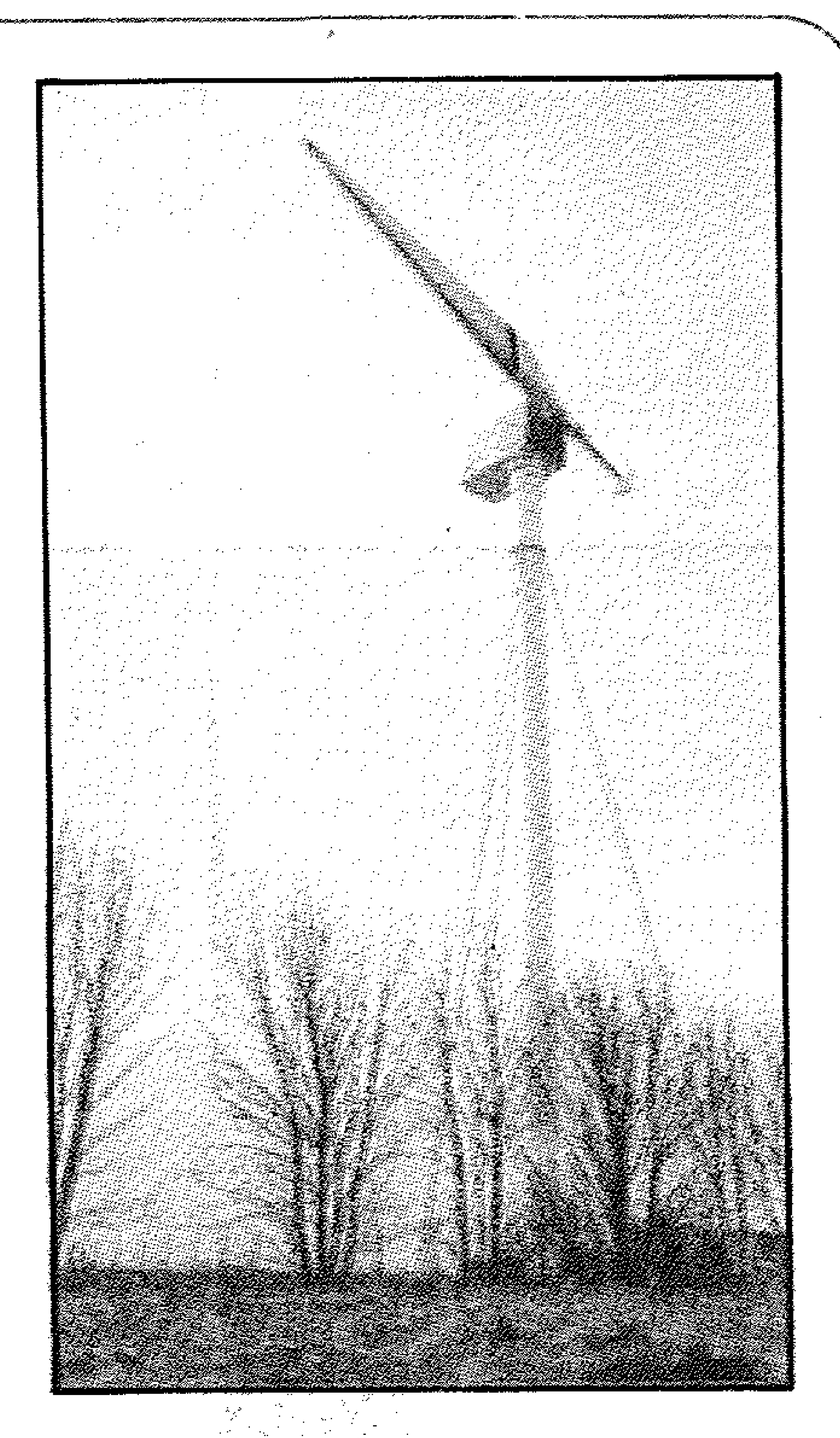
(٦) طاقة الرياح والطاقة الحرارية الكامنة فى جوف الأرض

ابتدأ الدكتور صلاح حديثه مرة أخرى قائلا: كلنا يعلم أن طاقة الرياح هى نتيجة غير مباشرة للطاقة الشمسية فعندما تشتد الطاقة الشمسية فى أى منطقة - ولاسيما الصحارى - ينتج عن ذلك تسخين لكتلة الهواء بتلك المنطقة، وإذا تواجدت منطقة أخرى قريبة بها كتلة أخرى من الهواء البارد - ولاسيما على شواطئ البحار والمحيطات - فإن هذا الفرق فى درجة حرارة الكتلتين الهوائيتين سيدفع بكتلة الهواء الساخن فى اتجاه كتلة الهواء البارد وبالتالى تنشأ طاقة الرياح. وتعتمد سرعة الرياح وفترة دورانها واتجاهاتها على درجة حرارة وحجم وموقع كل من الكتلتين الهوائيتين. وطاقة الرياح ذات طبيعة موسمية شبه ثابتة، وللاستفادة من طاقة الرياح ابتكر القدماء «طواحين الهواء» وهى معدات ميكانيكية تدار بواسطة الرياح تستخدم فى طحن الحبوب والغلال ولها عادة أربع ريش مصنوعة من الخشب والقماش، وقد طور العلماء فى الوقت الحالى هذه الطواحين لتصبح «التوربينات الهوائية» وأصبحت نوعين: النوع الأول له محور أفقى والنوع الثانى له محور رأسى واختلفت عدد الريش بها فهناك توربينة ذات ريشة واحدة فقط..!! وهناك توربينة ذات ريشتان وهكذا حتى ١٦ ريشة، كما تعددت أيضا استخداماتها من طحن الحبوب فقط إلى طحن الحبوب وضخ مياه الآبار والأنهار وتوليد الكهرباء. وتوضح الأشكال رقم (١٣) مجموعة من هذه الطواحين والتوربينات.

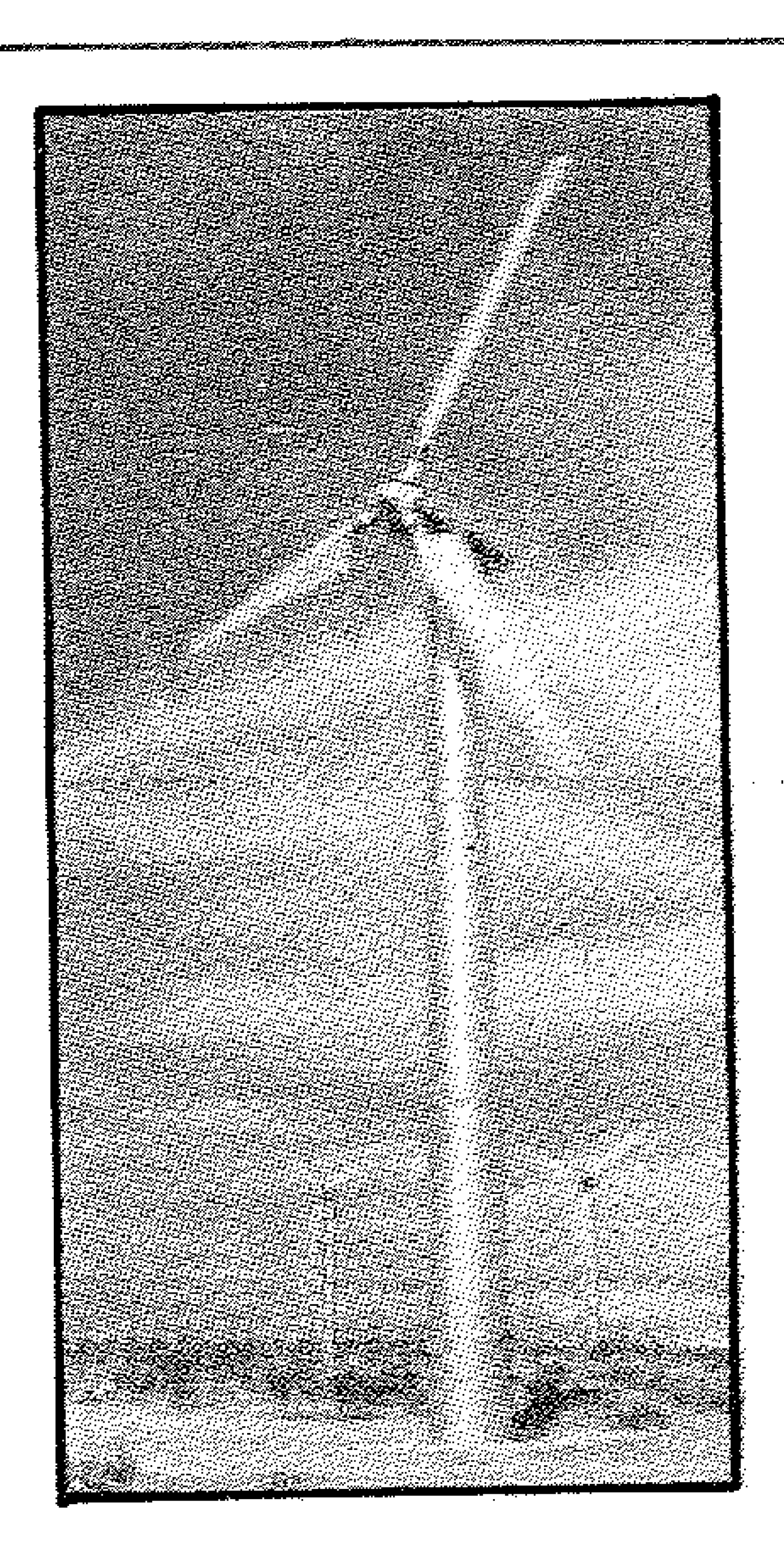
وتتكون التوربينة الهوائية من «البرج» يعلوه «القمرة» وهى تلك الحاوية أو الغرفة المعدنية التى يوجد بداخلها مولد الكهرباء وصندوق التروس وأجهزة التحكم والمراقبة وعامود الإدارة الرئيسى الذى يتصل «بصرة» التوربينة المثبت عليها الريش. ويثبت برج التوربينة فى الأرض بواسطة قاعدة خرسانية مسلحة



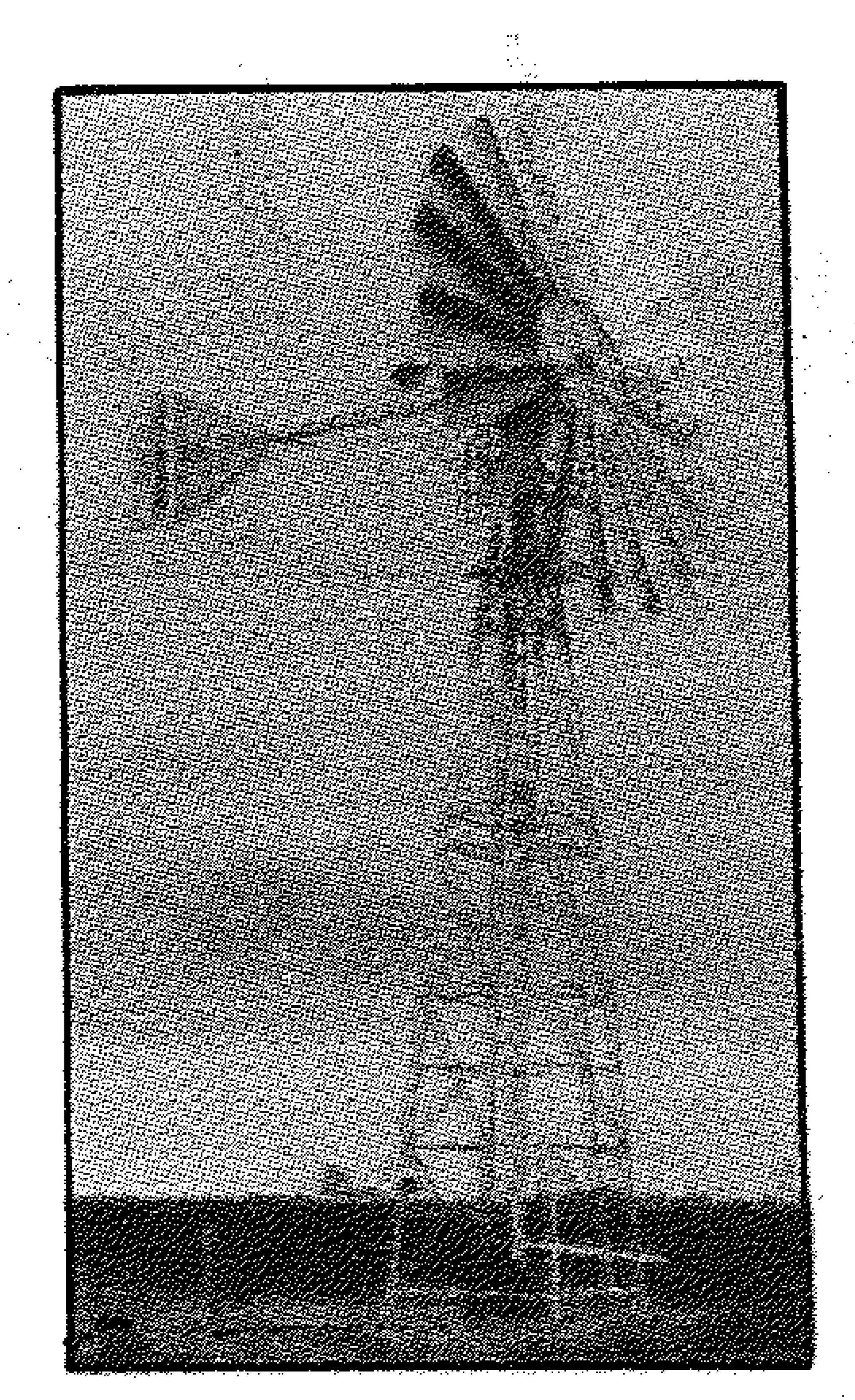
شكل (١٣ – أ) طواحين الهواء .



شكل (١٣ – د)
صورة توربينة معتادة قدرتـها ٥٠٠ كيلووات
وارتفاعها حتى ٦٠ متر وبريشة واحدة .



شكل (١٣ – ب)
صورة توربينة معتـادة ذات ثلاثـة ريـش قدرتـها ١٠٠ كيلو وات وارتفاعها ٢٢ متر .



شكل (١٣ – جـ)
توربينة ذات ١٦ ريشة .

تحت سطح الأرض ويوجد فى مصر مناطق صالحة لاستخدام التوربينات الهوائية مثل منطقة الزعفرانة والغردقة والعوينات والساحل الشمالى الغربى.

وتختلف قدرة التوربينات من حوالى نصف كيلوات إلى تلك التوربينات العملاقة التى تصل قدرتها إلى حوالى ثلاثة آلاف كيلوات.

واستأنف الدكتور صلاح حديثه قائلا: أما عن الطاقة الحرارية الكامنة فى جوف الأرض والمسماة «جيوترمال» فمن الظواهر الطبيعية المألوفة أنه فى بعض الأماكن من الكرة الأرضية تزداد درجة حرارة باطن الأرض كلما ازداد العمق تحت سطح الأرض، وبالطبع فإن مصدر هذه الحرارة هو المنطقة المحيطة بمركز الكرة الأرضية، ويبعد مركز الكرة الأرضية حوالى ٧ كيلومتر عن سطح الأرض كما تبلغ درجة حرارتها حوالى ٤٠٠٠ درجة مئوية.

وأكبر عمق وصل إليه الإنسان هو ٧,٥ كيلومتر تحت سطح الأرض وحلم الإنسانية هو الوصول إلى عمق ٢٠ كيلومتر تحت سطح الأرض. ويقدر العلماء العمق المجدى اقتصاديا بحوالى ١٠ كيلومترات وقد قدر أحد العلماء كمية الطاقة الحرارية التى تحتويها القشرة الأرضية حتى عمق ١٠ كيلومترات بمقدار يعادل ٢٠٠٠ ضعف كمية الحرارة المنتجة من جميع مصادر الفحم فى العالم..! ويعتبر أى مكان فى العالم صالح لمثل هذا الاستخدام إذا ما كانت درجة حرارة باطن الأرض فيه تتراوح بين ٤٠ إلى ٤٠٠ درجة مئوية. وتختزن هذه الكمية من الحرارة إما فى الصخور ذات القابلية النفاذية أو فى المياه والبخار الذى يملا الفراغات أو الكسور أو الشروخ فى باطن الأرض.

واستخدامات مناطق النشاط الحرارى لجوف الأرض متعددة فيمكن بواسطتها الحصول على ماء ساخن لشتى الأغراض المنزلية أو الصناعية، كما يمكن أيضا توليد الكهرباء عن طريق حفر بئرين متجاورين ومتصلين ببعضهما من أسفل حيث يتم دفع الماء فى أعلى أحد هذين البئرين فيخرج بخار من أعلى البئر

الثانى حيث يتم تداول هذا البخار بالطرق الهندسية المعروفة لاستخدامه فى إدارة توربينة بخارية متصلة ميكانيكيا بمولد كهرباء.

ويوجد فى مصر مناطق عديدة لها نشاط حرارى جوفى مثل مناطق: خليج السويس - عيون موسى - حمام فرعون - العين السخنة - جبل قطران بالسويس - رأس سدر وخلافه.

واختتم الدكتور صلاح حديثه قائلا: أرجو يا أولاد أن تكونوا قد استوعبتم حديثى وحديث الخبيرة سناء والمهندسة صفاء والجيولوجى حسن.

أجاب الأولاد: بكل تأكيد بل أننا سنبدأ فورا فى كتابة كل ما ذكرتموه فى مذكرات حتى لا ننساها.

وأستأذن الضيوف فى الانصراف وودعهم الأب والأم وذهب الأولاد ليناموا وهم يحلمون بغد سعيد أفضل إذا ما أمكنهم استغلال كل مصادر الطاقة التى سمعوا عنها فى هذه الليلة التى لن تنسى..!!

* * *

المراجع

أولاً: باللغة العربية:

١ – الأمن المائى والاكتفاء الذاتى من الغـذاء فـى الوطـن العربـى – د. إبراهيـم أحمـد سعيد – شئون عربية سبتمبر ١٩٩٢.

٢ – الكتاب الإحصائى السنوى لجمهورية مصر العربية.

٣ – تنمية الموارد المعدنية فى الوطن العربـى – محمـد سميـح عافيـه – أحمـد عمـران منصور – المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم – معهد البحوث والدراسـات العربية – مركز التنمية الصناعية للدول العربية ١٩٧٧.

٤ – مشروعات استخدام البوتاجـاز فـى المنـاطق الريفيـة – معـهد بحـوث الأراضـى والمياه – مركز البحوث الزراعية – وزارة الزراعة والأمن الغذائى – ج . م . ع – ١٩٨١.

٥ – رسالة اليونسكو – مجاعة عالميـة مائيـة هـل يمكـن تفاديـها العـدد ٢٠١ أبريـل ١٩٧٨.

٦ – مشروع القرية الشمسية – منطقة شرق العوينـات – الشـركة العامـة للبـترول – وزارة البترول – ج . م . ع.

٧ – الأنشطة الجيولوجية فى مصر – أكاديميـــة البحث العلمى والتكنولوجيـــا – ج . م . ع. أكتوبر ١٩٩٠.

٨ – التداوى بالأعشاب والنباتات – عبد اللطيف عاشور – ١٩٨٥.

٩ – معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية أحمد شفيق الخطيب ١٩٨٧.

ثانيا: باللغة الإنجليزية:

1 - Integrated circuits, materials, Devices and fabrication – William C. Till & James T. Luzon.

2 - The world in figures - published by: The economist - 1984.

3 - Solar energy thermal processes - john Duffie and William beckman.

4 - Tidal power - T. J. Gray and O.K Gashus - plenum press.

5 - Prospectives on Energy by: Lon c. Ruesili - Morris w. Firebaugh - oxford university press.

6 - Arizona Land and people - vol. 33, N. 1 college of agriculture - university of Arizona.

7 - Local manufacturing of desalination units in Egypt - supreme council of universities - Foreign relations unit (Ms/851017).

8 - The unesco courier - January 1944.

9 - Pressurized water reactors - KWU.

10 -Uranium a source of energy - KWU.

11 - Reactors for tomorrow work - KWU.

12 - Light water reactor - KWU.

13 - Nuclear Energy and Energy policies - s. s. Penner - Addison - wesley Publishing Co. - 1976.

14 - Egyptian solar radiation atlas - Ministry of electricity (Egypt) - USAID/1591.

15 - A siting hand book for small wind energy converting Systems - harry l. wegley USAID - 1981.

رقم الإيداع	١٩٩/١٥٩٤٥
الترقيم الدولى	ISBN 977-02-5920-9

٧/٩٩/٧٦

طبع بمطابع دار المعارف (ج . م . ع .)

حكايات علمية

فى أسلوب قصصى ممتع ومشوق، تقدم دار المعارف لشباب هذا الجيل علوم القرن الحادى والعشرين بمختلف فروعها، وبأقلام نخبة من الأساتذة المتخصصين، ليتمكن شباب اليوم من اقتحام أبواب القرن القادم مسلحين بالعلم الحديث، الذى هو لغة المستقبل الوحيدة.

صدر منها :



دار المعارف

٢٢١٦٦٦/٠١

